



Math. A.

Kupffer

135 h

HANDBUCH

ALKOHOLOMETRIE

ANLEITUNG

ZUR BESTIMMUNG DES ALKOHOLGEBHALTS
VON WEIN, BIER, KRAUT, SÄFTEN, ETC.

VON ADOLPH W. KUPFER

LEHRGEBER AM KÖNIGLICHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN BERLIN
UND AM KÖNIGLICHEN LABORATORIUM FÜR GEBRAUCHSWEINE

MIT 12 TAFELN VON H. KUPFER

BERLIN

VERLAG VON H. W. FRIEDRICH

1881

HANDBUCH
DER
ALKOHOLOMETRIE.

ANWEISUNG

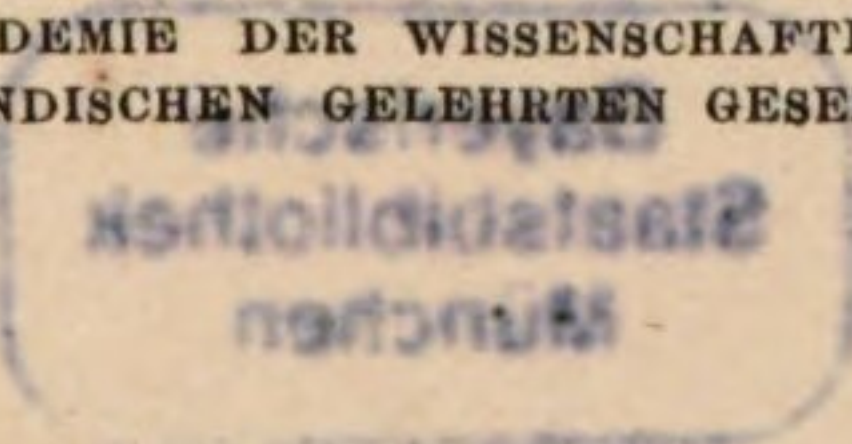
ZUM

GEBRAUCH DER GLÄSERNE UND METALLENE ALKOHOLMETER
UND ZU IHRER CONSTRUCTION

VON

DR. PHIL. ADOLPH TH. VON KUPFFER,

KAIS. RUSS. WIRKL. STAATSRATH, DIRECTOR DES PHYSIKALISCHEN CENTRAL-OBSERVATORIUMS IN ST. PETERSBURG,
ORD. MITGLIED DER KAIS. RUSS. ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, CORRESP. UND EHRENMITGLIED VIELER IN-
UND AUSLÄNDISCHEN GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN ETC. ETC.



MIT 18 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

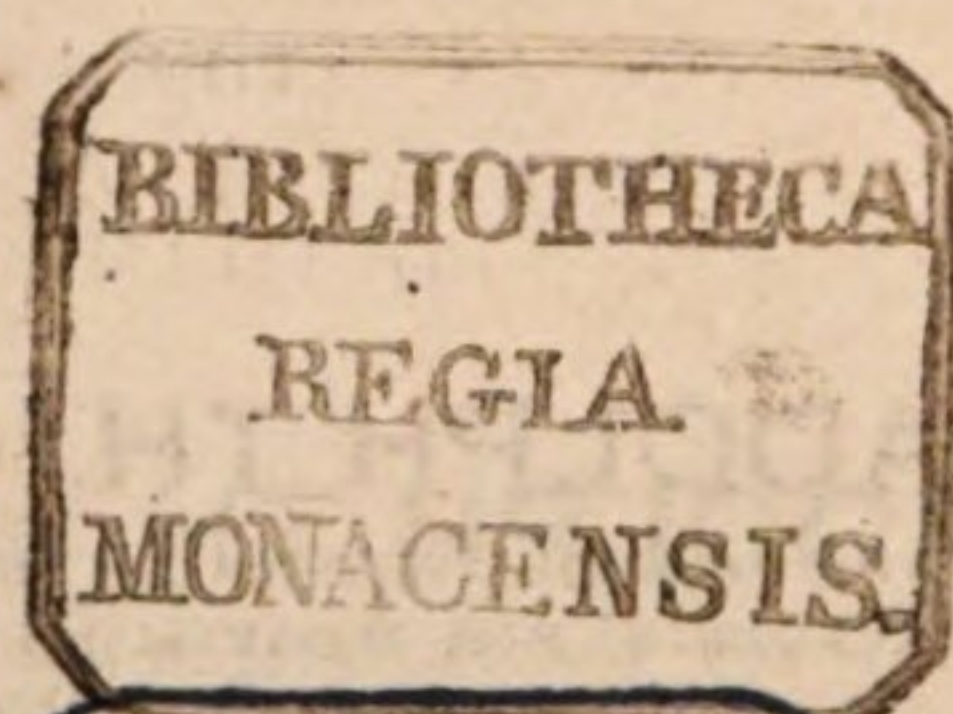
BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1865.

49 - Hg.

NB. Das Recht der Uebertragung in andere Sprachen ist vorbehalten!



SEINER MAJESTÄT
DEM KAISER VON RUSSLAND
ALEXANDER II.

ALLERUNTERTHÄENIGST ZUGEEIGNET.

Vorwort.

Der Druck dieses Buches war etwas bis über die Hälfte vorgeschritten, als der rühmlichst bekannte Verfasser desselben nach einem vierwöchentlichen Krankenlager durch den unerbittlichen Tod von seiner rastlosen Thätigkeit abgerufen wurde. Was die Naturwissenschaften im Allgemeinen an ihm verloren haben, hat der Unterzeichnete bereits an anderen Orten anzudeuten versucht. Hier muss er sich damit begnügen, die mit dem Wirken und Schaffen des Heimgegangenen noch unbekannten Leser dieses Werkes darauf hinzuweisen, dass wohl schwerlich ein Anderer zur Abfassung eines solchen Buches so berufen gewesen wäre, wie gerade Kupffer. Denn abgesehen von seinen reichen Kenntnissen und Erfahrungen überhaupt, abgesehen von seinem vielfach erprobten Talente, die schwierigsten physicalischen Probleme zu lösen, hatte er sich namentlich von der Zeit (1848) an, wo auf seinen, schon viele Jahre vorher in Uebereinstimmung mit Alexander von Humboldt gemachten Vorschlag das physicalische Central-Observatorium zu St. Petersburg endlich gegründet und unter seine Leitung gestellt worden war, um bald zur bedeutendsten derartigen Anstalt auf der ganzen Welt emporzublühen, auch mit solchen physicalischen Fragen beschäftigt, deren Lösung ganz besonders von practischem Nutzen sein konnte. Und dahin gehörte denn u. a. die für die Administration so wichtige Branntweinfrage. Seine Untersuchungen in dieser Beziehung brachten ihn zu der Ueberzeugung, dass die Einführung eines neuen Alcoholometers in Russland von der höchsten Nothwendigkeit sei. Aber erst im Jahre 1862 wurden von der Regierung zwei Commissionen unter Kupffer's Präsidentschaft niedergesetzt, deren Aufgabe es sein sollte, einestheils die Controlapparate für die Messung der Quantität des in den verschiedenen

Brennereien des Reiches bereiteten Branntweins genau zu prüfen und zu verificiren, anderntheils die an ein gutes Alcoholometer zu stellenden Anforderungen zu bestimmen und nach diesen ein solches neu einzuführen.

Alle Resultate nun, die Kupffer aus seinen früheren, selbstständigen Arbeiten gewonnen, und die Erfahrungen, welche er aus der Thätigkeit jener Commissionen gezogen hat, sind in diesem, mit höchstem Fleisse und grösster Sorgfalt ausgearbeiteten Werke zum Zweck einer weiteren nutzenbringenden Verbreitung niedergelegt.

Jedes Wort zur Empfehlung wäre nicht allein unnöthig, sondern auch dem Verstorbenen gegenüber anmassend.

Dresden, im September 1865.

Dr. Hugo Schramm.

Inhalt.

Seite.

Vorwort.	
Von der Stärke und dem Werthe weingeistiger Mischungen	1
Tafel der Raumverhältnisse aller weingeistigen Mischungen für alle Procente	
Alkohol von 0 bis 100%, bei der Normaltemperatur	4
Vom gewöhnlichen Tralles'schen Alkoholometer	5
Eintheilung des Alkoholometers und dessen Verification	8
Wahres und scheinbares Raumverhältniss des Wassers bei wachsender Temperatur	14
Normalalkoholometer	16
Verification des Nullpunktes des Alkoholometers	19
Verification des mit dem Alkoholometer zusammengeschmolzenen oder dasselbe begleitenden Thermometers	20
Berechnung der Tafeln	23
Berechnung der Tafel I.	23
Reduction der Anzeigen eines messingenen Alkoholometers	30
Berechnung der Tafel II.	30
Das metallische Alkoholometer mit Anhängengewichten und gleichmässiger Theilung	32
Berechnung eines Alkoholometers, welches auch für Flüssigkeiten dienen kann, deren Raumverhältnisse kleiner als 1 sind	43
Bemerkungen über die Construction des metallischen Alkoholometers	50
Zusammenstellung der Formeln	70
Alkoholometer besonderer Construction	77
I. Alkoholometer, deren Gewicht mit Einschluss der Anhängengewichte immer constant bleibt	77
II. Bate's Saccharometer	84
III. Geissler's Alkoholometer	89
IV. Alkoholometer mit aufgelegten Gewichten, oder von constantem Volumen	92
V. Siemens' Alkoholometer mit 3 gleichen Anhängengewichten	93
VI. Alkoholometer von gleicher Empfindlichkeit für höhere und niedrigere Procentgehalte	98
VII. Alkoholometer mit veränderlichem Gegengewicht	103
VIII. Siemens' Waagebalken-Alkoholometer	105
Einfluss der Temperatur auf die Angaben des metallischen Alkoholometers	108
Gebrauch des Alkoholometers bei veränderter Normaltemperatur	110
Ueber den Einfluss der Normaltemperatur auf die Preisbestimmung der wein- geistigen Flüssigkeiten	111
Vom Spiritometer	114

	Seite.
Vergleichung der in verschiedenen Staaten gebräuchlichen Alkoholometer	117
Frankreich	117
England	118
Niederlande	120
Araeometer von Beaumé und Cartier	122
Alkoholometer von Beck	123
Von der Mischung verschiedener weingeistiger Flüssigkeiten mit einander und mit Wasser	124
Zusammenstellung der Formeln	131
Anhang. Einfache Art, sich vorläufig von der Richtigkeit eines Alkoholometers zu überzeugen	134
Das Gewichtsalkoholometer	135
Tafel zur Verwandlung der Volumenprocente in Gewichtsprocente	137
Tafel zur Verwandlung der Gewichtsprocente in Volumenprocente	137
Mischungen verschiedener Spiritussorten untereinander und mit Wasser, dem Gewichte nach	139
Zusatz. Vereinfachung der Rechnungen nach den vorhergehenden Formeln ..	142

Reductionstafeln

für die Anzeigen des Alkoholometers bei Temperaturen, die von
der Normaltemperatur abweichen.

Tafel I. und II. Zur Bestimmung des wahren Procentgehalts in Alkohol bei der Normaltemperatur aus dem scheinbaren Procentgehalt, den das Alkoholo- meter bei verschiedenen Temperaturen anzeigt. Taf. I. für gläserne, Taf. II. für metallene Alkoholometer	III. XI
Tafel III, welche angiebt, welcher Procentgehalt für den aus den Tafeln I. oder II. gefundenen Procentgehalt zu setzen ist, wenn die Ausmessung der Flüssigkeit bei einer von der Normaltemperatur verschiedenen Temperatur geschehen ist	XIX

Tafeln zur Bestimmung der Volumenprocente bei Mischungen.

Tafel IV, welche für jeden Procentgehalt Alkohol das zugehörige Verhältniss des Wassers zum Alkohol angiebt	XXVII
Tafel V, welche angiebt, wie viel Eimer Wasser zu 100 Eimer eines starken Weingeistes hinzugefügt werden müssen, um einen beliebigen schwächeren Weingeist zu erhalten, und wie viel Eimer aus deren Mischung hervor- gehen	XXVIII

Tafeln zur Bestimmung der Gewichtsprocente.

Tafel VI. Zur Bestimmung des wahren Procentgehalts an Alkohol bei der Normaltemperatur aus dem scheinbaren Procentgehalt, den das Alkoholo- meter bei verschiedenen Temperaturen anzeigt	XLV
Tafel VII, welche dazu dient, die Anzeigen eines gläsernen Volumenprocent-Alkoho- lometers bei verschiedener Temperatur in Gewichtsprocente bei der Normal- temperatur zu verwandeln	LIII
Tafel VIII, welche angiebt, wie viel Pfund Wasser zu 100 Pfund eines starken Weingeistes hinzugefügt werden müssen, um einen beliebigen schwächeren Weingeist zu erhalten	LXI

Allerhand Hülftafeln.

- Tafel IX, welche die Raumverhältnisse angiebt, die jedem Volumenprocentgehalte entsprechen, von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}\%$. Die Raumverhältnisse sind die bei der Normaltemperatur von $12,^{\circ}4$ R., auf Wasser von derselben Temperatur bezogen LXIX
- Tafel X, welche die Raumverhältnisse der weingeistigen Flüssigkeiten angiebt, die jedem Gewichtsprocentgehalte entsprechen, von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10}\%$ berechnet. Die Raumverhältnisse beziehen sich auf Wasser von $12,^{\circ}4$ R., die weingeistige Flüssigkeit bei derselben Temperatur genommen..... LXXIII
- Tafel XI. Zur Verwandlung der Volumenprocente (%) in Gewichtsprocente .. LXXVII
- Tafel XII. Raumverhältniss des reinen Alkohols bei verschiedener Temperatur (Centigrade und Fahr.) LXXXI
- Tafel XIII. Gilpinische Tafel, welche für die in der ersten Columne enthaltenen Gewichtsprocente an Alkohol, für die 3 Normaltemperaturen 60° ($12,^{\circ}4$ R.), 59° Fahr. ($12,^{\circ}0$ R. = $15,^{\circ}0$ C.) und 51° Fahr. ($8,^{\circ}4$ R.) die zugehörigen Raumverhältnisse giebt. Für die Normaltemperatur von 60° F. ($12,^{\circ}4$ R.) sind noch die zugehörigen Volumenprocente (für dieselbe Temperatur von $12,^{\circ}4$ R.) hinzugefügt worden LXXXII

Zusatztafeln.

- Tafel Ia. Multiplications- und Divisionszahlen aller Zahlen von 0 bis 999 LXXXVII
- Tafel Ib. Gewöhnliche, zu allen Multiplicationszahlen von 1 bis 999 gehörige Zahlen..... XCI
-

Druckfehler:

Seite 29, Zeile 1, lies für „Er“ Es.

„ 93 in der Ueberschrift lies für „Siemen's“ Siemens'.

Anmerkung. Auf Seite XXV fehlt unter der Aufschrift „Mischungen“: Volumenprocente.

Von der Stärke und dem Werthe weingeistiger Mischungen.

Die verschiedenen sich im Verkauf befindenden Branntwein- und Spiritusarten sind Mischungen aus reinem Alkohol und Wasser. In diesen Mischungen ist der Alkohol allein etwas werth; das Wasser kostet nichts oder wird wenigstens als nichts kostend betrachtet, wenn auch das Herbeischaffen desselben Kosten verursachen kann.

Der Werth irgend einer Mischung von Alkohol und Wasser richtet sich also nach der Menge Alkohol, die sie enthält. Der Werth aller Flüssigkeiten ist ihrem Maass proportional; wenn man also weiss, wie viel die Maasseinheit (der Eimer oder der Liter) irgend einer Flüssigkeit kostet, so braucht man nur das Maass derselben oder die Zahl der Maasseinheiten, die sie enthält, zu wissen, um sogleich den Werth der Flüssigkeit berechnen zu können.

Da aber die Flüssigkeiten durch die Wärme ausgedehnt werden, so fliesst ein Theil der Flüssigkeit über den Rand des Eimers, wenn die Temperatur derselben erhöht wird; die zurückbleibende Flüssigkeit ist also weniger werth. Hieraus folgt, dass ein Eimer Flüssigkeit durch Erhöhung der Temperatur einen Theil seines Werthes verliert. Ebenso wird man zu einem vollen Eimer, wenn man die Temperatur der Flüssigkeit erniedrigt, etwas Flüssigkeit zugiessen müssen, um den Eimer voll zu erhalten; der Werth eines Eimers derselben Flüssigkeit ist also bei niedrigerer Temperatur grösser, als bei höherer. Man muss also irgend eine Temperatur wählen, bei welcher der Werth der Maasseinheit z. B. eines Eimers bestimmt wird; diese Temperatur nennt man die Normaltemperatur; sie wird bei weingeistigen Flüssigkeiten für Deutschland und Russland zu $12^{\circ},4$ R. (genauer $12\frac{4}{9}^{\circ}$ Réaumur oder 60° Fahrenheit*) angenommen, in Frankreich zu 15° C. ($12^{\circ},0$ R. oder 59° Fahr.). Der Werth einer Flüssigkeit wird also auf die Normaltemperatur bezogen. Hat man nun irgend eine Flüssigkeit gemessen (das heisst die Anzahl Eimer, die sie enthält, gefunden), so muss man wohl darauf Acht geben, bei welcher Temperatur sie gemessen worden ist; geschah es nicht bei der Normaltemperatur, so muss die Anzahl Eimer, die sie enthält, erst auf die Normaltempe-

*) Diese Normaltemperatur stammt eigentlich aus England, wo sie eine runde Zahl von Fahrenheit'schen Graden bildete, später aber hat man in England eine andere eingeführt, nämlich 51° Fahr. oder $8\frac{4}{9}^{\circ}$ R.

ratur reducirt werden, das heisst, man muss wissen, um wie viel die Anzahl Eimer, die man gefunden hat, vermehrt oder vermindert werden muss, um die Anzahl Eimer zu bekommen, die sie bei der Normaltemperatur gegeben hätte.

Wir wollen uns nun vom Allgemeinen zum Besonderen wenden.

Wie kann der Werth eines Eimers Branntwein oder Spiritus bestimmt werden?

Wir haben schon oben gesehen, dass der Werth irgend einer Branntwein- oder Spiritussorte davon abhängt, wie viel Alkohol in derselben bei der Normaltemperatur enthalten ist — denn das Wasser, das in demselben enthalten ist, kostet wie gesagt nichts.

Wenn es leicht wäre, den Alkohol aus der Mischung abzutrennen, so wäre es auch leicht, den Werth derselben zu bestimmen; man brauchte nur einen kleinen Theil derselben zu nehmen, den Alkohol, den dieser Theil enthält, abzusondern und zu messen und dann von diesem kleinen Theil auf das Ganze zu schliessen. Leider ist es aber nicht so, und die Absonderung des Alkohols aus einer Mischung desselben mit Wasser ist eine langwierige Operation. Die Praktiker haben sich also nach einer andern Methode umgesehen, nach welcher man bestimmen kann, wie viel Alkohol in irgend einer Mischung von Alkohol und Wasser bei der Normaltemperatur enthalten ist.

Der Alkohol nimmt bei demselben Gewicht mehr Raum ein als das Wasser; wenn man also Alkohol und Wasser mischt und gleiche Gewichte dieser Mischungen mit einander vergleicht, so nimmt die Mischung desto mehr Raum ein, je grösser der Alkoholgehalt in derselben ist. Nun wissen wir aber, dass jeder schwimmende Körper gerade so tief einsinkt, dass das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit dem Gewicht des Körpers gleich ist; so lange also das Gewicht des Körpers sich nicht ändert, wird er desto tiefer in die Flüssigkeit sinken, je mehr Raum die Flüssigkeit bei demselben Gewicht einnimmt, also desto tiefer, je mehr die Flüssigkeit Alkohol enthält, und auch je höher die Temperatur derselben steigt. Man kann diesen schwimmenden Körper so einrichten, dass er die Volumina des eingesunkenen Theils vermittelt einer Theilung angiebt, man giebt ihm z. B. die in der Figur 1 u. 2 und pag. 6 u. 7 angedeutete Form. Ein solches Instrument, dessen genauere Beschreibung später folgt und welches man Alkoholometer nennt, schwimmt aufrecht in allen Flüssigkeiten, die bei gleichem Gewicht mehr Raum einnehmen als Wasser; es sinkt in Wasser bis Null ein (bei der Normaltemperatur); in Mischungen aus Alkohol und Wasser sinkt es desto tiefer ein, je mehr Alkohol in der Flüssigkeit enthalten ist; die Theilung giebt (bei der Normaltemperatur) unmittelbar den Alkoholgehalt in Procenten an.

Um den Stiel des Alkoholometers richtig theilen zu können, muss einem bekannt sein, wie viel Raum die verschiedenen weingeistigen Flüssigkeiten bei demselben Gewicht aber bei verschiedenem Alkoholgehalt einnehmen, und

das wäre leicht zu berechnen, wenn Alkohol und Wasser, deren Raumverhältniss bei gleichem Gewicht bekannt ist, sich einfach mischten, ohne sich zusammenzuziehen noch auszudehnen. Man nehme zum Beispiel 1 Liter Wasser bei der Normaltemperatur (welches sehr nahe 2 Pfund*) wiegen wird), und nehme ein gleiches Gewicht Alkohol bei derselben Temperatur, so wird der Alkohol 1,2585 Liter halten. Mischt man nun diese beiden Flüssigkeiten zusammen, so müsste man 2,2585 Liter erhalten; das Maass desselben Gewichts von der aus der Mischung entstandenen weingeistigen Flüssigkeit würde also 1,12925 Liter betragen, d.h. die Hälfte des Maasses der Mischung; jede weingeistige Flüssigkeit also, die bei dem obigen Gewicht 1,12925 Liter mässe, würde 0,5 Liter Wasser und 0,62925 Liter Alkohol enthalten, oder 55,7 Procent Alkohol und 44,3 Procent Wasser, und so würde es mit allen andern weingeistigen Mischungen sein. Aber ein Liter Wasser und 1,2585 Liter Alkohol geben nicht 2,2585 Liter Mischung, sondern nur 2,1780 Liter; die Mischung hält also in der That 57,8 % Alkohol und 45,9 % Wasser. Die Summe dieser beiden Zahlen ist nicht 100, sondern 103,7; woraus man sieht, dass die Masse sich um 3,7 Liter zusammengezogen hat. Diese Zusammenziehung nennt man die Contraction oder auch Concentration der weingeistigen Flüssigkeit.

Wir wollen das Verhältniss des Raumes irgend einer Flüssigkeit zu dem Raum einer andern Flüssigkeit, die dasselbe Gewicht hat, im weitern Sinn das Raumverhältniss dieser Flüssigkeiten nennen, im engern aber soll „Raumverhältniss irgend einer Flüssigkeit“ die Zahl bedeuten, die man erhält, wenn man bei der Normaltemperatur den Raum der Flüssigkeit, die irgend ein gegebenes Gewicht hat, durch den Raum von Wasser von demselben Gewicht dividirt; wir wollen das Raumverhältniss mit R bezeichnen. Es ist das umgekehrte des specifischen Gewichts, oder wenn man das specifische Gewicht einer Flüssigkeit mit S bezeichnet, so ist $R = \frac{1}{S}$.

Um für jede Mischung ihren Gehalt an Alkohol bestimmen zu können, ist es also nothwendig, da es durch Rechnung nicht geschehen kann, das Raumverhältniss derselben durch Experimente zu bestimmen, und dies muss nicht nur bei der Normaltemperatur geschehen, sondern bei allen Temperaturen, bei welchen der Verkauf des Branntweins stattfinden kann; denn sonst wäre es unmöglich, die bei verschiedenen Temperaturen gemachten Bestimmungen auf die Normaltemperatur zu reduciren. Diese grosse Arbeit wurde auf Befehl der englischen Regierung von Gilpin unternommen; wobei er jedoch nicht reinen Alkohol angewandth hat (den damals die Chemie noch nicht darzustellen wusste), sondern eine Mischung von Alkohol und Wasser, in welcher 100 Maasstheile

*) Da ein Liter Wasser bei der Temperatur seiner grössten Dichtigkeit 2 Pfund wiegt, so wiegt dasselbe Maass bei der Temperatur 12,°4 oder der Normaltemperatur 1,9991 Pfund.

92,6 Maastheile reinen Alkohol enthielten. *) Die Resultate dieser Arbeit, insofern sie die Normaltemperatur betreffen, sind in der folgenden Tabelle enthalten, die für jeden Procentgehalt reinen Alkohols in einer weingeistigen Mischung das zugehörige Raumverhältniss geben. Diese Tabelle ist die Grundlage aller alkoholometrischen Rechnungen; ich gebe sie desshalb hier in ihrer ganzen Ausdehnung. Da Gilpin die Mischungen, die über 92,6 hinausgehen, nicht untersucht hat, so musste dies von andern Physikern geschehen.

Tafel der Raumverhältnisse aller weingeistigen Mischungen für alle Procente Alkohol von 0 bis 100 berechnet, bei der Normaltemperatur ($12\frac{4}{9}^{\circ}$ R.).

Mischung.		Raumverhältniss. R.	Mischung.		Raumverhältniss. R.	Mischung.		Raumverhältniss. R.
Alcohol	Wasser.		Alcohol	Wasser.		Alcohol	Wasser.	
0	100,000	1,0000	26	76,320	1,0311	52	51,711	1,0749
1	99,055	1,0015	27	75,426	1,0322	53	50,716	1,0772
2	98,111	1,0030	28	74,521	1,0334	54	49,722	1,0795
3	97,176	1,0044	29	73,617	1,0346	55	48,717	1,0820
4	96,242	1,0058	30	72,712	1,0357	56	47,712	1,0845
5	95,307	1,0073	31	71,797	1,0370	57	46,708	1,0870
6	94,382	1,0086	32	70,883	1,0383	58	45,693	1,0896
7	93,458	1,0099	33	69,958	1,0397	59	44,678	1,0922
8	92,543	1,0111	34	69,034	1,0411	60	43,664	1,0948
9	91,629	1,0124	35	68,109	1,0425	61	42,649	1,0975
10	90,714	1,0136	36	67,184	1,0440	62	41,635	1,1001
11	89,799	1,0148	37	66,250	1,0455	63	40,610	1,1029
12	88,895	1,0160	38	65,305	1,0471	64	39,586	1,1057
13	87,990	1,0171	39	64,361	1,0488	65	38,561	1,1085
14	87,086	1,0182	40	63,406	1,0505	66	37,526	1,1115
15	86,191	1,0193	41	62,451	1,0523	67	36,492	1,1145
16	85,286	1,0204	42	61,497	1,0541	68	35,457	1,1175
17	84,392	1,0215	43	60,532	1,0560	69	34,423	1,1204
18	83,497	1,0225	44	59,558	1,0580	70	33,378	1,1236
19	82,603	1,0235	45	58,593	1,0599	71	32,333	1,1268
20	81,708	1,0246	46	57,618	1,0619	72	31,289	1,1299
21	80,813	1,0256	47	56,644	1,0639	73	30,244	1,1332
22	79,919	1,0267	48	55,669	1,0660	74	29,190	1,1365
23	79,014	1,0279	49	54,685	1,0683	75	28,135	1,1399
24	78,119	1,0289	50	53,700	1,0703	76	27,080	1,1433
25	77,225	1,0300	51	52,705	1,0726	77	26,016	1,1468

*) Siehe Report and supplementary report of the best method of proportioning the excise on spiritous liquors — und insbesondere: Tables for reducing the quantities by weight, in any mixture of pure spirit and water, to those by measure, and for determining the proportion by measure of each of the two substances in such mixtures by George Gilpin; Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1794 part. 2.

Mischung.		Raumver- hältniss. R.	Mischung.		Raumver- hältniss. R.	Mischung.		Raumver- hältniss. R.
Alcohol	Wasser.		Alcohol	Wasser.		Alcohol	Wasser.	
78	24,951	1,1504	86	16,324	1,1812	94	7,318	1,2194
79	23,877	1,1541	87	15,230	1,1854	95	6,153	1,2249
80	22,822	1,1576	88	14,125	1,1898	96	4,968	1,2308
81	21,747	1,1613	89	13,011	1,1943	97	3,764	1,2370
82	20,673	1,1651	90	11,876	1,1992	98	2,539	1,2436
83	19,598	1,1689	91	10,751	1,2040	99	1,285	1,2508
84	18,514	1,1729	92	9,617	1,2089	100	0,000	1,2585
85	17,419	1,1770	93	8,472	1,2140			

Ehe ich zur practischen Anwendung dieser Grundsätze übergehe, will ich noch die Aufmerksamkeit des Lesers auf den wahren Begriff von Procent leiten. Fünfzig Procent Alkohol heisst so viel, dass man aus 100 Maassen einer Mischung, welche die Normaltemperatur hat, 50 Maasse Alkohol ziehen kann, dass also der Preis der Maasseinheit der Flüssigkeit 50 % von dem Preise derselben Maasseinheit Alkohol beträgt. Man muss nicht daraus schliessen, dass diese Flüssigkeit aus der Mischung von 50 Maassen Alkohol und 50 Maassen Wasser entstanden ist; denn wenn man 50 Maass Alkohol mit 50 Maass Wasser mischt, so erhält man wegen der Zusammenziehung der Mischung nicht 100 Maasse, sondern nur 96,3 Maasse; es sind also nicht in 100 sondern in 96,3 Maassen der Mischung 50 Maasse Alkohol enthalten, welches 52 % macht. Um aus 50 Maassen Alkohol 100 Maasse Mischung zu erhalten, muss man nicht 50 Maasse Wasser hinzugiessen, sondern 53,7 Maasse; also geben 50 Maass Alkohol mit 53,7 Maass Wasser gemischt 100 Maass 50procentigen Brantwein.

Aus derselben Ursache hat auch die Temperatur einen Einfluss auf den Procentgehalt der weingeistigen Flüssigkeiten. Wenn ich z. B. bei 12°,4 R. 75 Maass Alkohol mit 28,14 Maass Wasser mische, so erhalte ich 100 Maass 75procentigen Spiritus; erkälte ich den Alkohol bis 0°, so wird er zu 73,79 Maass reducirt*); die Mischung aber zieht sich im Verhältniss von 0,88955: 0,87692 oder im Verhältniss von 100: 98,58 zusammen. Wir haben also bei der Temperatur des schmelzenden Schnees 73,79 Maass Alkohol in 98,58 der Mischung oder 74,86%. Man sieht also, dass derselbe Spiritus, der bei 12°,4 R. 75 % Alkohol enthielt, bei der Temperatur 0° dessen nur 74,86 % enthält, d. h. der Procentgehalt nimmt zugleich mit der Temperatur ab.

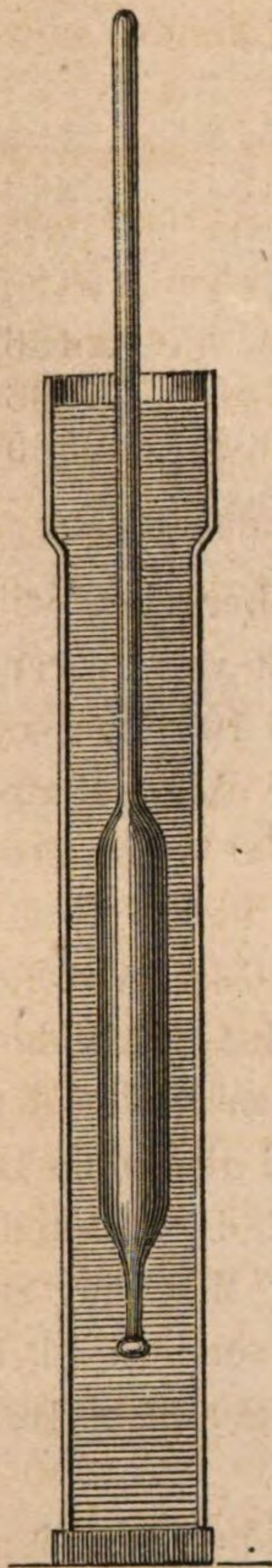
Vom gewöhnlichen Tralles'schen Alkoholometer.

Das Alkoholometer wird gewöhnlich aus Glas gefertigt; es besteht aus einem gegen 2 Centimeter breiten und 15 Centimeter langen Cylinder, der unten in einen mit Quecksilber gefüllten Knopf endigt, oben aber in einen

*) Poggendorf Annalen Bnd. 82 S. 61.

*J. Reichenbach
Spiritus 75
S. 124,4 R.
75 Maass
75procentigen
Spiritus
erkälte ich
den Alkohol
bis 0°
so wird er
zu 73,79
Maass reducirt*)*

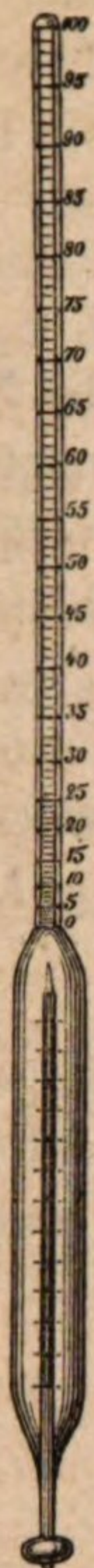
Fig. 1.



ebenfalls cylindrischen Stiel ausläuft, der in hundert Theile getheilt ist, welche die Procente Alkohol, die in der Flüssigkeit enthalten sind, anzeigen. Wenn man das Instrument (welches man auch Spindel zu nennen pflegt) in eine weingeistige Flüssigkeit taucht, so schwimmt es in derselben in aufrechter Stellung, so dass der cylindrische Körper nebst dem Knopf ganz hineintaucht, der Stiel aber nur zum Theil. Um den Theilstrich, bis zu welchem der Stiel hineintaucht, recht genau zu beobachten, muss man nicht den Punkt bemerken, bis zu welchem die Flüssigkeit am Stiel hinaufgestiegen ist, denn dieser liegt wegen der Adhäsion der Flüssigkeit immer etwas höher, als die Oberfläche derselben, — sondern man muss von unten sehen, indem man das Auge etwas unterhalb der Verlängerung dieser Oberfläche stellt, und nun von unten beobachten, welchen Theilstrich die verlängerte Oberfläche der Flüssigkeit trifft — ich sage die verlängerte, denn die Oberfläche geht nicht bis an den Stiel, sondern biegt sich schon in einiger Entfernung von demselben nach oben ein. Es versteht sich von selbst, dass diese genauere Beobachtungsmethode nur dann angewendet werden kann, wenn das Gefäss, in welchem man die Probe anstellt, von Glas, das heisst durchsichtig ist, weshalb auch jede Spindel von einem solchen Glaszylinder begleitet sein muss, in welchem man die Probe bequem vornehmen kann. — Der Stiel sinkt um so tiefer in die Flüssigkeit, als ihr Raumverhältniss zunimmt: er erhebt sich in derselben nach Maassgabe des abnehmenden Raumverhältnisses. Da nun das Raumverhältniss jeder Flüssigkeit nicht nur vom verschiedenen Alkoholgehalt, sondern auch von der Temperatur abhängig ist, so müssen alle Angaben des Alkoholometers erst auf die Normaltemperatur reducirt werden. Dann erst kann man aus ihnen den Alkoholgehalt der Flüssigkeit ersehen. Die Temperatur der Flüssigkeit wird vermittelst des Thermometers beobachtet, welches sich in dem Körper der Spindel befindet (siehe Fig. 2) und dessen Kugel herausragt, damit die Flüssigkeit von allen Seiten einwirken könne. Ist diese Reduction geschehen (oder beobachtet man bei der Normaltemperatur selbst), so hat man die Procente Alkohol, die die Mischung enthält, das heisst, man weiss, wie viel Maasse Alkohol in 100 Maassen der Flüssigkeit bei der Normaltemperatur enthalten sind, und da bei der Bestimmung des Preises der Flüssigkeit eben nur auf den Alkohol Rücksicht genommen wird, so hat man auch den Preis von 100 Maassen der Flüssigkeit bei der Normaltemperatur.

Wenn erst der Preis, den 100 Maasse der Mischung bei der Normaltemperatur haben, bekannt ist, so ist es leicht, den Preis dieser 100 Maasse bei jeder andern Temperatur zu finden; man braucht nur zu wissen, um wie viel

Fig. 2.



Theile die 100 Maasse der Mischung grösser oder kleiner werden, wenn die Temperatur bis zur Normaltemperatur abnimmt oder zunimmt.

Diese beiden Reductionen werden vermittelt Tabellen mit 2 Eingängen gemacht; die erste Tabelle giebt für jede Anzeige des Alkoholometers und für jede Temperatur den entsprechenden Procentgehalt der Flüssigkeit bei der Normaltemperatur, und wenn die Ausmessung der Flüssigkeit bei der Normaltemperatur geschehen ist, so braucht man nur die in der Tabelle angegebenen Procente mit dem Preise von einem Eimer Alkohol zu multipliciren, um den Preis von 100 Eimern der erprobten Mischung von Alkohol und Wasser zu erhalten. Ist aber die Ausmessung nicht bei der Normaltemperatur geschehen, so giebt die zweite Tabelle für jeden aus der ersten Tabelle gewonnenen Procentgehalt den Procentgehalt und mithin den Preis von 100 Eimern der Mischung bei derjenigen Temperatur, bei welcher sie ausgemessen worden ist.

Die erste Tabelle, welche dazu dient, aus der bei irgend einer Temperatur beobachteten unmittelbaren Anzeige des Alkoholometers den Procentgehalt der Mischung bei der Normaltemperatur zu finden, ist die Tafel I., welche die Ueberschrift hat: Tafel zur Bestimmung des wahren Procentgehalts an Alkohol für die Normaltemperatur, aus dem scheinbaren Procentgehalt, den das Alkoholometer bei verschiedenen Wärmegraden anzeigt. Diesen Procentgehalt pflegt man auch die Stärke der weingeistigen Flüssigkeit zu nennen. Die zweite Tabelle hat die Ueberschrift: Tafel II und giebt an, wie viel man für den aus der ersten Tabelle gefundenen Procentgehalt an Alkohol einer weingeistigen Flüssigkeit zu substituiren hat, wenn das Ausmessen derselben bei einer von der Normaltemperatur verschiedenen Temperatur geschehen ist.

Einige Beispiele werden dieses Alles klarer machen: 1) Wir haben einen Transport Spiritus erhalten, ihn sogleich bei -13° messen lassen und 100 Eimer gefunden; die Probe ist im geheizten Zimmer vorgenommen worden; das Alkoholometer zeigt 71%, das Thermometer $+10^{\circ}$. Welches ist der Werth dieser 100 Eimer, wenn ein Eimer Alkohol bei der Normaltemperatur einen Thaler kostet? Aus der ersten Tafel findet man für 71% und $+10^{\circ}$ Temperatur 72%. Da aber die Ausmessung des Spiritus nicht bei $+10^{\circ}$, sondern bei -13° geschehen ist, so müssen wir aus der Tafel II entnehmen, wieviel für die aus der Tafel I. entnommenen 72% zu setzen ist, um den Preis des Spiritus bei -13° zu erhalten. Man findet 74%. Der Werth der 100 Eimer ist also 74 Thaler.

2. Wir haben eine Tonne Spiritus im Keller liegen und finden, dass das Alkoholometer 76% bei $+8^{\circ}$ R. giebt. Nach einigen Tagen finden wir, dass

derselbe Spiritus nur 74% giebt aber bei $+ 3$; ist der Spiritus schwächer geworden? (Hat man Wasser zugegossen?). Sieht man in der Tabelle I. nach, so geben 76% bei $+ 8$ einen wahren Procentgehalt von 77,6; denselben Procentgehalt geben 74% bei $+ 3$; der Spiritus ist also derselbe geblieben, und es ist kein Wasser zugesetzt worden.

Anmerkung. Die Tabellen I. und III. geben die Reduction auf die Normaltemperatur nur für ganze Procente und für ganze Grade des Thermometers; wenn man also Brüche von Procenten und Graden beobachtet, so verfährt man auf folgende Weise: Die Brüche der Thermometergrade vernachlässigt man, wenn sie kleiner als $\frac{1}{2}$ sind, sind sie aber gleich $\frac{1}{2}$ oder grösser, so erhöht man die beobachteten ganzen Grade um 1. Hat man zum Beispiel $5\frac{1}{4}^{\circ}$ beobachtet, so nimmt man das für 5° , hat man aber $5\frac{1}{2}$ oder $5\frac{3}{4}$ abgelesen, so nimmt man das für 6° . Die Brüche der Procente aber zählt man ohne Aenderung der aus der Tabelle entnommenen Zahl zu.

Beispiel. Man habe am Alkoholometer $55^{\circ}, 5\%$ bei $+ 8^{\circ}, 5$ Temperatur abgelesen, man will den Procentgehalt der Flüssigkeit bei der Normaltemperatur wissen. Man sucht in der Tafel I. die Zahl auf, die zu $+ 9^{\circ}$ und zu 55% gehört, man findet 56, 5%
hierzu fügt man hinzu 0, 5.

Man erhält 57, 0%.

Eintheilung des Alkoholometers und dessen Verification.

Da das Tralles'sche Alkoholometer bei der Normaltemperatur unmittelbar die Procente Alkohol, die in einer weingeistigen Flüssigkeit enthalten sind, angeben soll, so muss die Eintheilung desselben den Raumverhältnissen entsprechen, die in der Tabelle pag. 4 zusammengestellt sind. Der niedrigste Punkt, bis zu welchem das Alkoholometer in reinem Wasser (bei der Temperatur $12^{\circ},4$) einsinkt, ist mit 0 zu bezeichnen, der höchste, bis zu welchem es in reinem Alkohol einsinkt, mit 100.

Setzt man das Volumen desjenigen Theils des Alkoholometers, der sich unterhalb des Nullpunktes befindet, der Einheit gleich, so sind nach der Tabelle pag. 4. die Volumina des Alkoholometers bis zu den Theilstrichen, welche die Procente 1, 2, 3, 4 100 anzeigen, respective 1,00150 — 1,00301 — 1,00441 1,2585. Ist der Stiel vollkommen cylindrisch; so sind die Volumina der Theile derselben, vom Nullpunkte gerechnet, den Entfernungen der Theilstriche von ihrem Anfangspunkte (dem Nullpunkt) proportionirt; und wenn man die Entfernung des Nullpunkts von demjenigen Punkt, bis zu welchem das Alkoholometer in Alkohol hinabsinkt (immer bei der Normaltemperatur) in 2585 Theile theilt; so fallen die übrigen Procente auf diejenigen Ent-

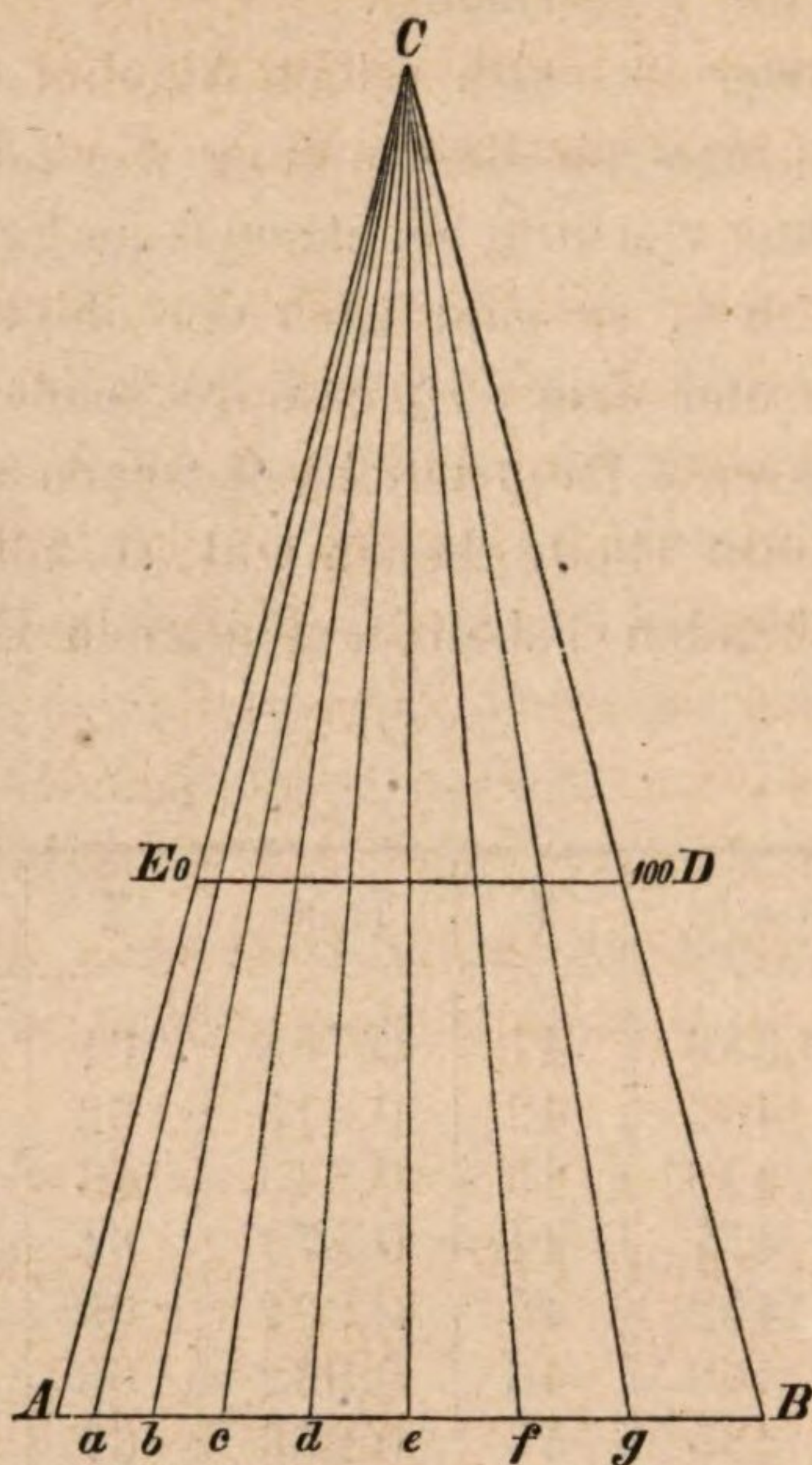
fernungen vom Nullpunkt, welche man erhält, wenn man alle in der Rubrik *R.* angegebenen Zahlen um 1 verringert.

Da es ziemlich schwer ist, sich reinen Alkohol in hinreichender Menge zu verschaffen, so kann man zur Bestimmung des höchsten Punktes des Alkoholometers auch Spiritus von 90% benutzen, oder gar nur von 80%. Braucht man dazu Spiritus von 90%, so sind nach der obigen Tabelle 1992 Theile zwischen dem Nullpunkt und dem 90% entsprechenden Theilpunkt enthalten; wenn man aber der grösseren Bequemlichkeit wegen den Zwischenraum zwischen 0% und 90% in 3000 Theile theilen will, so fallen die übrigen Procente auf die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Entfernungen vom Nullpunkte der Theilung.

%	Theile.	%	Theile.	%	Theile.	%	Theile.	%	Theile.
0	0,000	21	0,386	41	0,788	61	1,468	81	2,430
1	0,023	22	402	42	0,815	62	1,508	82	2,486
2	0,045	23	420	43	0,843	63	1,550	83	2,549
3	0,067	24	437	44	0,873	64	1,592	84	2,604
4	0,088	25	452	45	0,902	65	1,634	85	2,666
5	0,109	26	469	46	0,932	66	1,679	86	2,729
6	0,129	27	485	47	0,963	67	1,724	87	2,792
7	0,149	28	503	48	0,994	68	1,769	88	2,858
8	167	29	521	49	1,027	69	1,814	89	2,927
9	186	30	538	50	1,059	70	1,862	90	3,000
10	205	31	558	51	1,094	71	1,909	91	3,073
11	223	32	577	52	1,128	72	1,958	92	3,146
12	240	33	599	53	1,163	73	2,009	93	3,224
13	257	34	620	54	1,197	74	2,059	94	3,304
14	275	35	641	55	1,235	75	2,109	95	3,387
15	292	36	662	56	1,273	76	2,159	96	3,476
16	308	37	685	57	1,310	77	2,211	97	3,570
17	323	38	710	58	1,349	78	2,265	98	3,669
18	339	39	735	59	1,388	79	2,319	99	3,777
19	355	40	0,761	60	1,428	80	2,373	100	3,893
20	0,370								

Um diese Eintheilung mit Bequemlichkeit machen zu können, trägt man erst 39 Centimeter auf eine gerade Linie auf und theilt noch jeden Centimeter in 10 Theile oder Millimeter, also die ganze Linie in 390 Millimeter, alsdann macht man stärkere Theilstriche in den Entfernungen von 2,3 mm. — 4,5 mm. — 6,7 mm. etc. vom Anfangspunkte der Linie; diese stärkern Theilstriche bezeichnen dann die Procente 1, 2, 3 etc. für eine totale Länge der Skale von 389,3 Millimeter, und dann errichtet man auf dieser Linie *AB* (Fig. 3) von 389,3 Millimetern Länge als Basis ein gleichschenkliges Dreieck *ABC* mit sehr spitzem Winkel in *C* und zieht von *C* aus gerade Linien durch die auf die Linie *AB* aufgetragenen Theile.

Fig. 3.



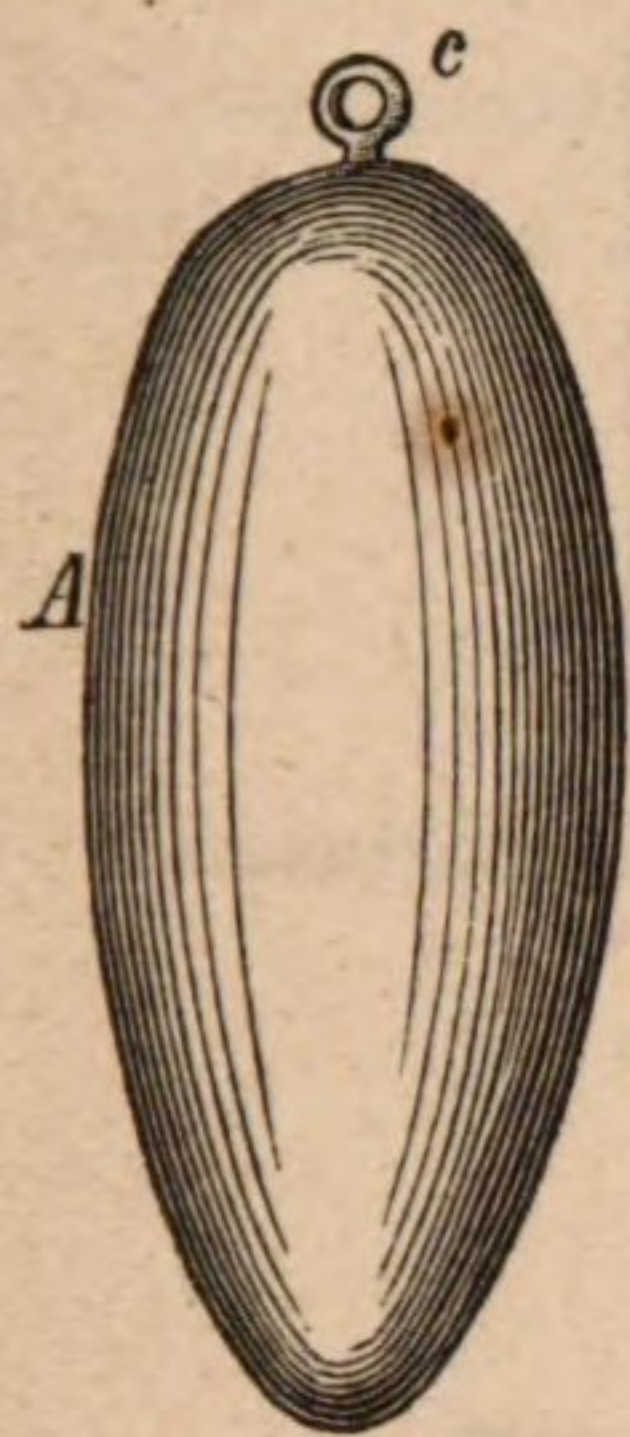
Wenn man nun durch dieses Dreieck irgend eine der Linie *AB* parallele Linie *ED* zieht, so wird diese Linie von den Linien *Ca*, *Cb*, *Cc*, etc. in Theile geschnitten, die sich ganz genau zu einander verhalten wie die Theile der Linie *AB*. Hat man also die Entfernung der beiden Punkte, bis zu welchen das Alkoholometer in Wasser und in Spiritus von 90° eintaucht, mit Genauigkeit gemessen, so trägt man diese Entfernung auf eine gerade Linie ab und bewegt diese so lange parallel mit der Linie *AB* hinauf und hinab, bis die Endpunkte der abgetragenen Linie genau von den Seiten *CA* und *CB* des gleichschenkligen Dreiecks geschnitten werden; alsdann schneiden die Linien *Aa*, *Ab*, *Ac* etc. auf dieser Linie gerade die Theilstriche ab, die den Procenten 1, 2, 3 etc. entsprechen.

So kann man nicht nur neue Theilungen machen, sondern auch bereits gemachte verificiren.

Die eben beschriebene Methode zu theilen und zu verificiren ist, wie wir schon oben gesagt haben, nur da anwendbar, wo der Stiel vollkommen cylindrisch ist: da dies aber bei gläsernen Alkoholometern wohl nur sehr selten der Fall ist, so ist es nothwendig, uns nach einer andern Methode umzusehen, die uns auch in diesem Falle eine richtige Theilung giebt. Da die Abweichungen der Form des Stiels von der cylindrischen ihrer Entstehung nach kein bestimmtes Gesetz befolgen können, so bleibt uns nichts Anderes übrig, als die Theile der Scale direct zu bestimmen, indem man beobachtet, bis wohin das Alkoho-

lometer in weingeistigen Flüssigkeiten, deren Raumverhältnisse uns bekannt sind, einsinkt. Diese Methode setzt die Möglichkeit voraus, weingeistige Mischungen von einem bestimmten Raumverhältniss oder, was dasselbe ist, von einem bestimmten Procentgehalt herstellen zu können. Das aber kann auf folgende Weise geschehen.

Fig. 4.



Man nehme ein Glasgefäss von länglicher unten rund zugespitzter Gestalt, A (Fig. 4)*), welches beiläufig 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pfund Wasser verdrängt, d. h. in Wasser getaucht 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pfund von seinem Gewicht verliert, schütte so viel Bleischrot oder Quecksilber hinein, bis es im Wasser noch auf dem Boden des Gefässes liegen bleibt, d. h. bis das Gewicht des Gefässes etwas grösser ist als das des verdrängten Wassers. Alsdann schmelze man das Gefäss mittelst eines Löthrohrs hermetisch zu und lasse oben einen kleinen Ring c anschmelzen, mittelst dessen man es an die Wagschale aufhängen kann.

Dieses Glasgefäss wird mittelst zweier vermittelnden Dräthe *a*, *b* (Fig. 5) an die untere Fläche der einen Schale *B* einer sehr empfindlichen Wage angehängt, und es werden so lange schwere Körper, wie Messingstücke (alte abgebrauchte Gewichte), plattgeschlagener Schrot und zuletzt kleine Stückchen Staniol und Papier auf die andere Schale *C* gelegt, bis das Gleichgewicht hergestellt ist, d. h. bis der Zeiger der Wage auf Null einspielt oder gleich weit um Null herum oscillirt. Alsdann nimmt man den Glaskörper *A* fort und legt auf die Schale *B* so viel Gewichte, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist: diese Gewichte drücken alsdann genau das Gewicht des Glaskörpers in der Luft aus.***) Diese Methode, das Gewicht eines Körpers zu bestimmen, nennt man die Methode der doppelten Wägung; sie giebt selbst in dem Falle ein genaues Resultat, wenn die beiden Arme der Wage nicht vollkommen gleicher Länge sind; in diesem Falle hält einem auf die eine Schale der Wage gelegten Gewicht bald ein etwas grösseres, bald ein etwas kleineres auf die andere Schale gelegtes Gewicht das Gleichgewicht. Selbst die besten Wagen leiden zuweilen an diesem Fehler, der sich übrigens leicht entdecken lässt, wenn man zwei annähernd gleiche Gewichte auf die beiden Schalen legt, und sie nun so abgleicht, dass die Zunge auf Null einspielt, dann aber die beiden Gewichte verwechselt und beobachtet, ob der Zeiger noch auf Null einspielt; ist dies der Fall, und spielt ausserdem der Zeiger noch auf Null ein, wenn man beide Gewichte fortgenommen hat, so sind die beiden Arme der Wage gleich.

*) Oder auch cylindrisch.

**) Dieses Gewicht müsste erst auf den luftleeren Raum reducirt werden, um das wahre Gewicht des Glaskörpers zu finden; aber diese Reduction ist so gering, dass sie in diesem Falle vernachlässigt werden kann.

Fig. 5.

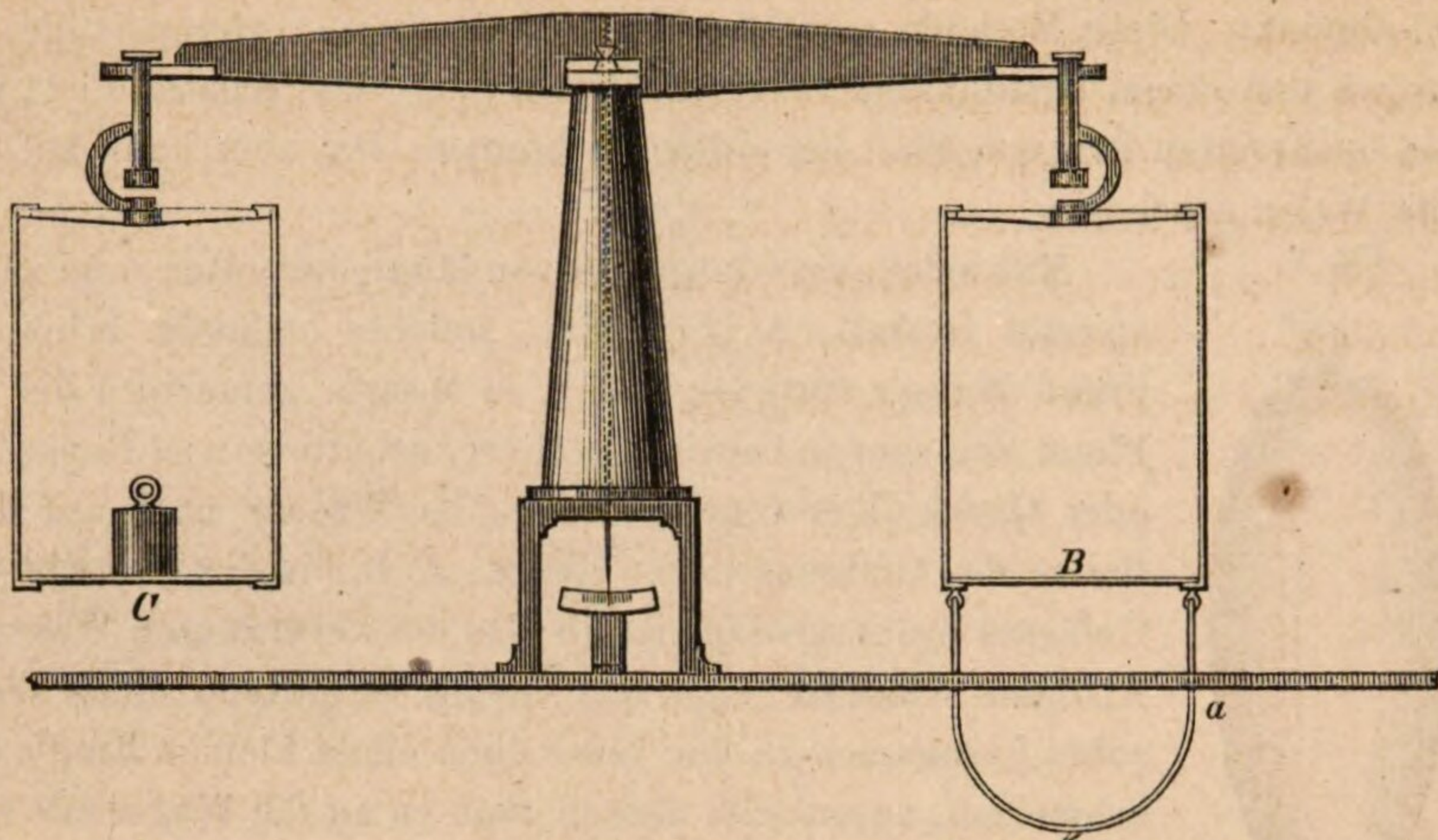
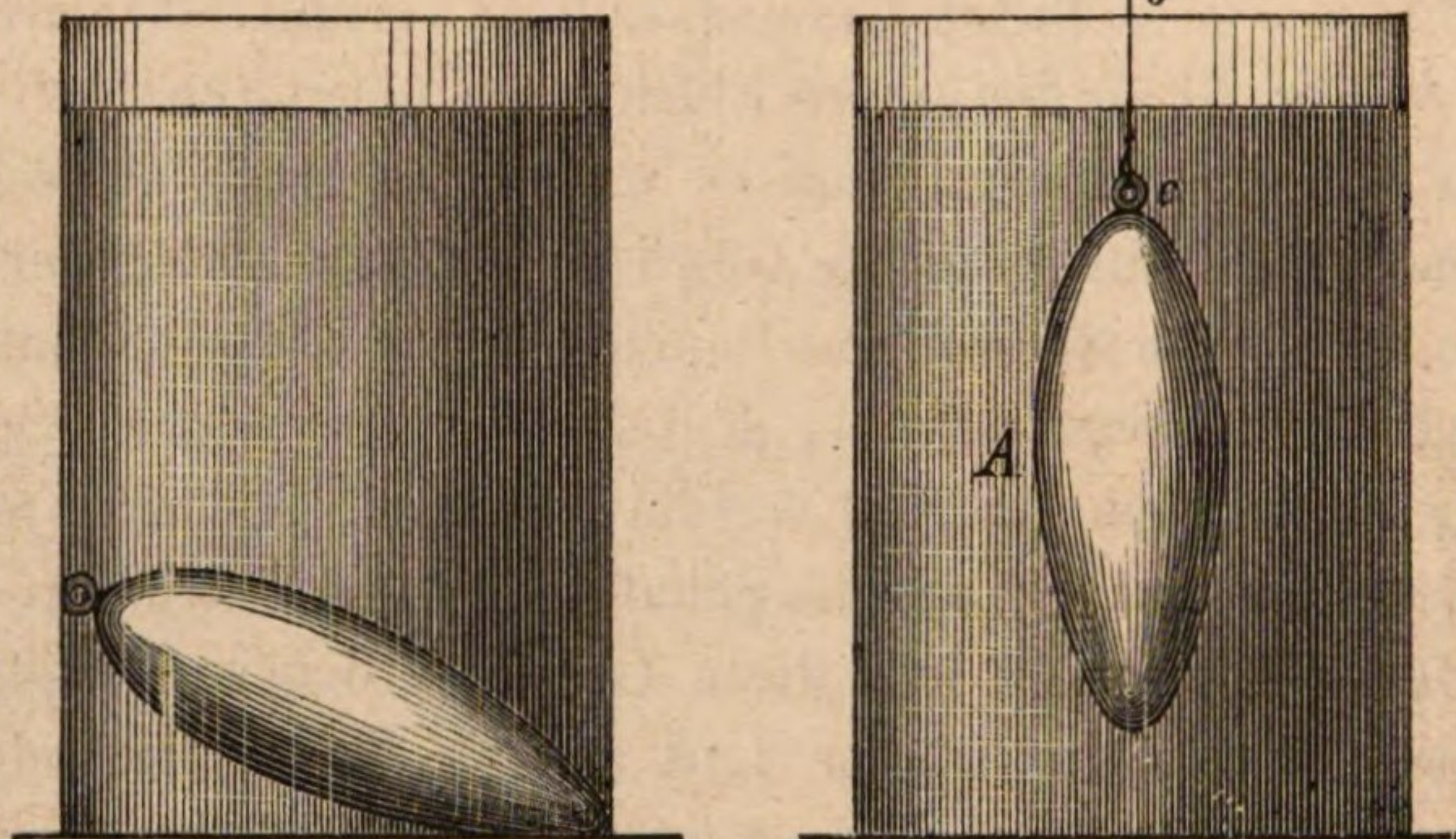


Fig. 6.

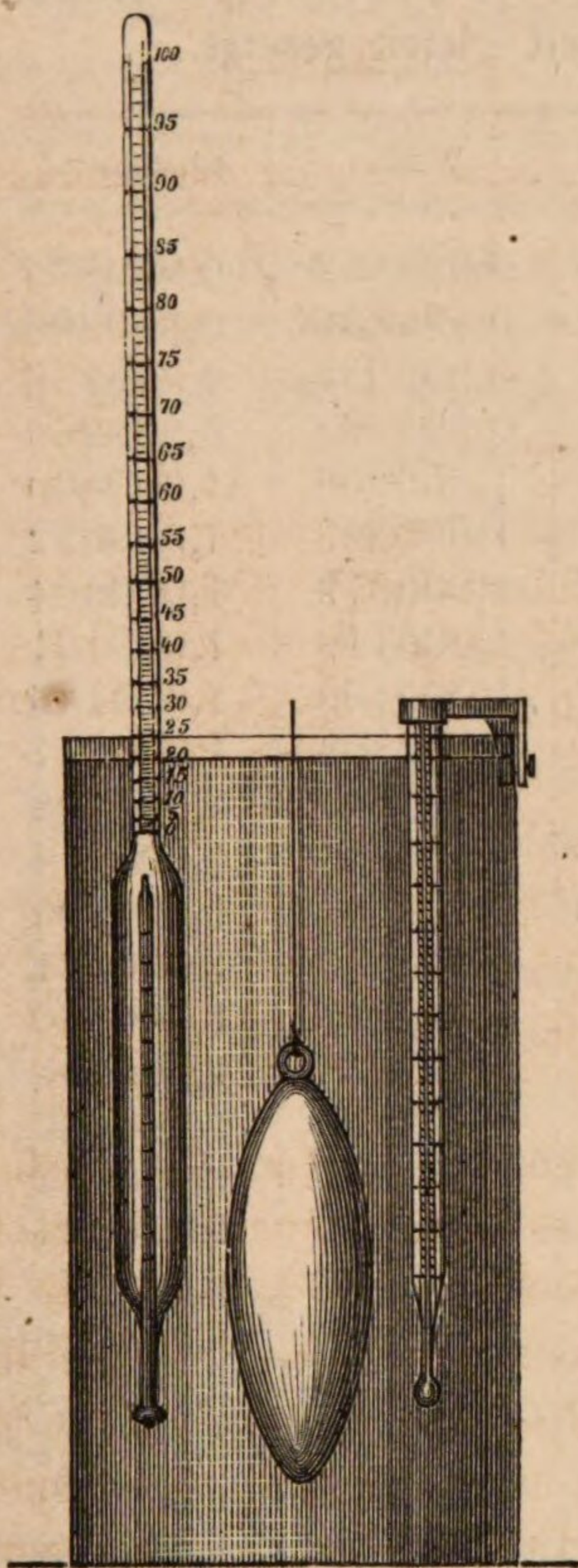


Nachdem man nun das Gewicht des Glaskörpers in der Luft genau bestimmt hat, stellt man ein mit Wasser gefülltes Gefäß unter die Wagschale, so dass der Glaskörper frei darein taucht; das Wasser muss genau die Temperatur von $12,4^{\circ}$ R. haben und völlig rein sein, weshalb man destillirtes Wasser dazu anwendet. *) Man legt nun so viel schwere Körper auf die Wagschale *C*, bis das Gleichgewicht hergestellt ist, nimmt darauf den Glaskörper ab und lässt ihn auf den Boden sinken und legt nun so viel Gewichte auf die

*) Selbst destillirtes Wasser ist zuweilen nicht ganz rein, weil bei der Destillation zuweilen flüchtige Substanzen, die im angewandten Wasser enthalten waren, mit überdestillirt werden; deshalb muss selbst das destillirte Wasser vor dem Gebrauch geprüft werden. Eine sehr einfache Prüfungsmethode besteht darin, dass man ein Glas mit dem zu prüfenden Wasser füllt, und über demselben an einem Stück Blei feilt, so dass die Feilspäne auf die Oberfläche des Wassers fallen und sich da vermöge ihrer Adhäsion schwimmend erhalten. Ist das Wasser vollkommen rein, so bildet sich kohlensaures Bleioxyd, welches in weissen Streifen auf den Boden des Gefäßes herabsinkt; ist es aber unrein, so geschieht das nicht, weil jedes Salz, in Wasser aufgelöst, die Verbindung des Bleis mit Kohlensäure hindert.

Wagschale *B*, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Das auf die Wagschale *B* gelegte Gewicht giebt alsdann das Gewicht des Glaskörpers im Wasser, und dieses Gewicht vom Gewichte des Glaskörpers in der Luft abgezogen giebt das Gewicht des vom Glaskörper verdrängten Wassers, wobei wieder das Gewicht der vom Glaskörper verdrängten Luft vernachlässigt wird. Während der Wägung des Glaskörpers im Wasser muss der zu prüfende Alkoholometer daneben schwimmen, wie auf Fig. 7 angezeigt ist; wenn er richtig ist, so muss er grade bis zum Theilstrich 0 einsinken.

Fig. 7.



Damit diese Operationen genau ausfallen, müssen sie mit ziemlich grossen Massen Flüssigkeit gemacht werden, damit die Temperatur sich sehr langsam ändert, auch muss die Temperatur der Luft in dem Zimmer, in welchem man arbeitet, sich sehr wenig von der Normaltemperatur $12,4^{\circ}$ entfernen, auch muss das Zimmer gross sein und verschlossen gegen das Eindringen der äussern Luft, damit sich die Temperatur derselben wenig verändere.

Wenn es nicht gelingt, die Normaltemperatur auf längere Zeit einzuhalten, so kann man die Wägung auch bei einer andern Temperatur vornehmen, alsdann aber muss das Gewicht des verdrängten Wassers auf die Normaltemperatur zurückgeführt werden. Wir wollen z. B. annehmen, wir hätten das Gewicht des verdrängten Wasser bei zwei von der Normaltemperatur verschiedenen Temperaturen bestimmt, nämlich:

Gewicht des verdrängten Wassers	
bei $14,9^{\circ}$ R.	1,36469 Pfund
11,8 —	1,36545.

Um diese Gewichte auf die Normaltemperatur zu reduciren, muss man die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme kennen, und ausserdem auch die Ausdehnung des Glases, denn diese hat auf das Gewicht des vom Glaskörper verdrängten Wassers einen Einfluss, der den Einfluss der Ausdehnung des Wassers vermindert; denn während das Gewicht des verdrängten Wassers durch die Ausdehnung desselben kleiner wird, wird das Volumen desselben, mithin auch das Gewicht, durch die Ausdehnung des Glases grösser. Deshalb ist die Ausdehnung des Glases von der

Ausdehnung des Wassers abzuziehen, und diesen Unterschied nennt man die scheinbare Ausdehnung des Wassers. *)

Die nachstehende Tabelle giebt nicht nur die wahre Ausdehnung des Wassers, sondern auch die scheinbare; die erstere werden wir in Zukunft brauchen, bei der letzteren ist vorausgesetzt, dass sich das Glas für 1° um 0,0000305 ausdehnt; sie ist nicht dieselbe für alle Glassorten; doch sind die Unterschiede so klein, dass sie für unsere Zwecke vernachlässigt werden können.

Raumverhältniss des Wassers bei wachsender Temperatur, der Raum bei der Normaltemperatur der Einheit gleich gesetzt.

Temp.	Wahres	Scheinbares	Temp.	Wahres	Scheinbares
0	0,999192	0,999569	11,6	0,999852	0,999875
1	0,999131	0,999479	11,8	0,999888	0,999906
2	0,999091	0,999408	12,0	0,999924	0,999938
3	0,999078	0,999365	12,2	0,999962	0,999969
4	0,999080	0,999336	12,4	1,000000	1,000000
5	0,999111	0,999337	12,6	1,000039	1,000032
6	0,999161	0,999360	12,8	1,000079	1,000064
7	0,999240	0,999405	13,0	1,000119	1,000101
8,0	0,999336	0,999470	13,2	1,000160	1,000136
8,2	0,999358	0,999486	13,4	1,000202	1,000171
8,4	0,999381	0,999503	13,6	1,000244	1,000208
8,6	0,999404	0,999520	13,8	1,000288	1,000244
8,8	0,999428	0,999538	14,0	1,000332	1,000283
9,0	0,999453	0,999557	14,2	1,000376	1,000321
9,2	0,999479	0,999577	14,4	1,000421	1,000360
9,4	0,999506	0,999598	14,6	1,000468	1,000400
9,6	0,999534	0,999619	14,8	1,000514	1,000440
9,8	0,999562	0,999641	15,0	1,000562	1,000482
10,0	0,999591	0,999664	15,2	1,000609	1,000524
10,2	0,999621	0,999687	15,4	1,000658	1,000567
10,4	0,999652	0,999715	16,0	1,000808	1,000698
10,6	0,999683	0,999738	17,0	1,001070	1,000933
10,8	0,999715	0,999764	18,0	1,001349	1,001171
11,0	0,999748	0,999791	19,0	1,001640	1,001439
11,2	0,999782	0,999817	20,0	1,001950	1,001718
11,4	0,999817	0,999846			

Aus dieser Tabelle sieht man, dass das scheinbare Raumverhältniss des Wassers bei 14°,9 R. auf Wasser von 12°,4 R. bezogen 1,000464 beträgt, bei 11°,8 R. aber 0,999906; man muss also die beiden Gewichte des bei 14°,9 R.

*) Eigentlich ist die scheinbare Ausdehnung des Wassers zur Einheit addirt, gleich dem Verhältniss der wahren Ausdehnung des Wassers zur Einheit addirt, zur Ausdehnung des Glases ebenfalls zur Einheit addirt — aber bei so kleinen Grössen ist kein Unterschied zwischen diesem Werth, und dem Unterschiede der beiden Ausdehnungen.

und $11^{\circ},8$ R. verdrängten Wassers respective mit 1,000461 und mit 0,999906 multipliciren, um das Gewicht des verdrängten Wassers bei $12^{\circ},4$ zu finden; man erhält so die beiden Werthe 1,365320 und 1,365321, die als gleich angesehen werden können.

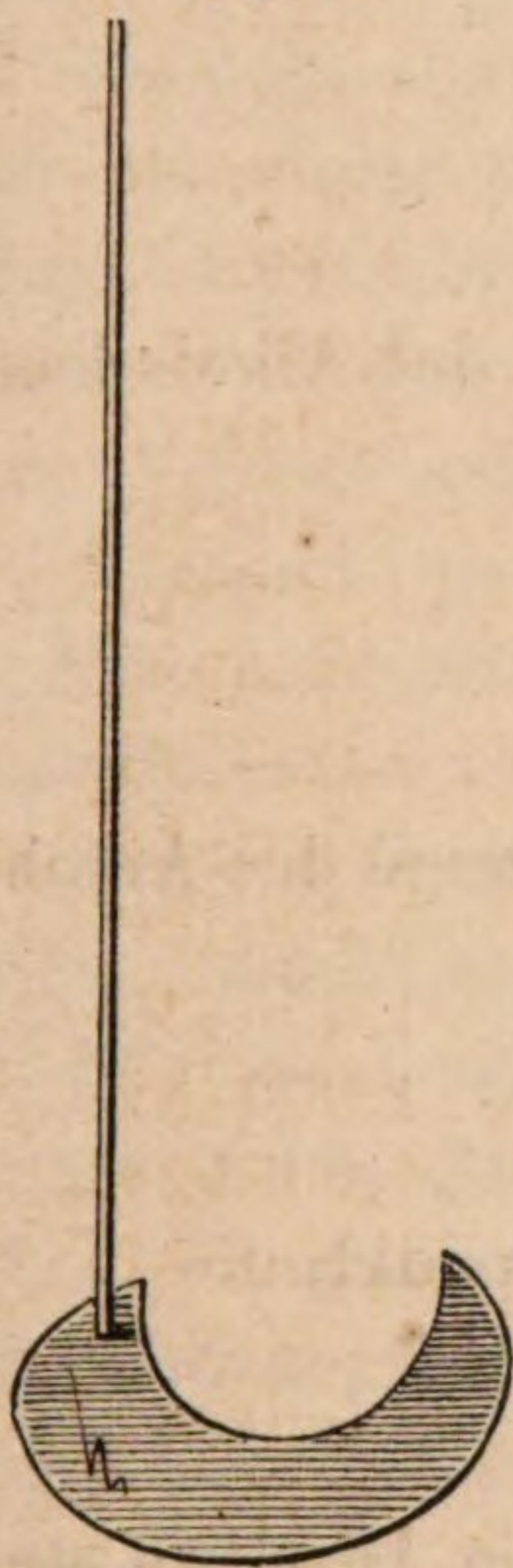
Man hat also

Gewicht des vom Glaskörper verdrängten Wassers bei $12^{\circ},4$ R.

1,36532 Pfund.

Nun macht man mehrere weingeistige Mischungen, in denen man starken Spiritus in sehr verschiedenen Verhältnissen mit reinem Wasser mischt. Wenn man Spiritus mit Wasser zusammengiesst, so erwärmt sich die Masse, und es bilden sich kleine Bläschen in der Flüssigkeit, die langsam in die Höhe steigen; man muss deshalb die Mischung eine Zeit lang sich selbst überlassen, bis alle Bläschen verschwunden sind und bis die Flüssigkeit sich gehörig abgekühlt hat. Alsdann wird sie in das Gefäss hineingeschüttet; man wartet wieder, bis sich keine aufsteigenden Bläschen mehr zeigen, und rührt die Flüssigkeit wieder tüchtig durcheinander mittelst besonderer Mischer (S. Fig. 8), die

Fig. 8.



man auf und abbewegt, ohne sie aus der Flüssigkeit herauszuheben, wodurch wieder neue Luftblasen entstehen würden. Ist Alles in Ruhe gekommen, so hängt man den Glaskörper in der Flüssigkeit an den Haken *c* und stellt das Gleichgewicht her, indem man allerhand schwere Körper in die andere Wagschale legt. Dann hängt man den Glaskörper ab, so dass er am Boden des Gefässes die in Fig. 6 abgebildete Lage annimmt, und stellt das Gleichgewicht wieder her, durch Gewichte, die man auf die über dem Glaskörper befindliche Wagschale legt. Diese Gewichte geben das Gewicht des Glaskörpers in der weingeistigen Mischung, welches, von dem Gewicht des Glaskörpers in der Luft abgezogen, das Gewicht der vom Glaskörper verdrängten weingeistigen Mischung giebt.

Während dieser ganzen Operation muss der zu prüfende Alkoholometer neben dem Glaskörper in der weingeistigen Flüssigkeit schwimmen, (Fig. 7) und sobald das Gleichgewicht mit den schweren Körpern hergestellt ist, muss man die Anzeige des Alkoholometers notiren. Dabei ist es nicht nöthig, auf die Temperatur der Flüssigkeit Acht zu geben; der Alkoholometer soll nur das Raumverhältniss der Flüssigkeit, auf Wasser von $12^{\circ},4$ R. bezogen, richtig anzeigen, bei welcher Temperatur es auch sei.

Die Ausdehnung des Glases hat hier keinen Einfluss, da der Glaskörper ebensowohl von Glas ist, wie der Alkoholometer, und die Verschiedenheit der Ausdehnung verschiedener Glassorten ist zu gering, um hier einen merkbaren Einfluss ausüben zu können; nur wenn man metallene Alkoholometer auf diese

Art prüfen wollte, müsste man sich nicht zu sehr von der Normaltemperatur entfernen.

Ich theile hier als Beispiele eine Reihe von Versuchen mit, die mit demselben Glaskörper in verschiedenen weingeistigen Mischungen gemacht worden sind.

1. Gewicht des verdrängten Spiritus 1,17714, Anzeige des Alkoholometers 80,6 %.

Das Raumverhältniss dieser Flüssigkeit, auf Wasser von 12,°4 R. bezogen, erhält man, indem man die Gewichte der beiden vom Glaskörper verdrängten Flüssigkeiten durcheinander dividirt;

$$\text{hier also } \frac{1,36532}{1,17714} = 1,15987.$$

Dieses Raumverhältniss mit den in der Tabelle pag. 4 angegebenen Raumverhältnissen verglichen, giebt 80,6 % für die untersuchte Flüssigkeit; das Alkoholometer zeigt also an dieser Stelle ganz genau den Procentgehalt an.

2. Gewicht des verdrängten Spiritus 1,25073, Anzeige des Alkoholometers 58,8 %.

Berechnetes Raumverhältniss 1,0916,
woraus 58,8 %.

Hier ist das Alkoholometer auch richtig.

3. Gewicht des verdrängten Spiritus 1,30718, Anzeige des Alkoholometers 36,5 %.

Berechnetes Raumverhältniss 1,0444,
woraus 36,3 %.

Das Alkoholometer zeigt also 0,2 % zu viel an.

4. Gewicht des verdrängten Brantweins 1,34522, Anzeige des Alkoholometers 11,0 %.

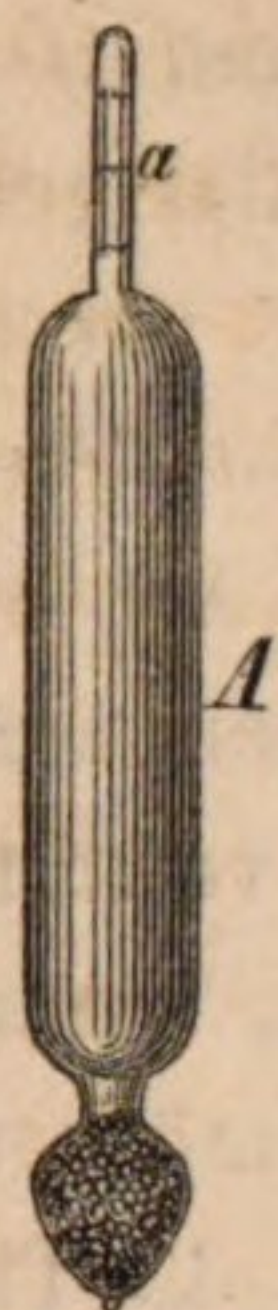
Berechnetes Raumverhältniss 1,0149,
woraus 11,1 %,

woraus folgt, dass das Alkoholometer um 0,1 % zu wenig einsinkt.

Normalalkoholometer.

Durch die eben beschriebene Methode ist es möglich, die Anzeigen eines Alkoholometers mit grosser Genauigkeit zu prüfen; es gehört aber so viel Zeit dazu, sie in Anwendung zu bringen, dass es unmöglich wäre, nach derselben alle vorkommenden Alkoholometer zu berichtigen. Um sich diese Arbeit zu erleichtern, ist es nothwendig, erst einige Normale herzustellen, welche dazu dienen, durch blosses Eintauchen in dieselbe Flüssigkeit mit dem zu prüfenden Alkoholometer verglichen zu werden. Diese Normale haben die in Fig. 9 abgebildete Gestalt; sie haben auf dem Stiel einen Strich α , bis zu welchem sie bei der Normaltemperatur gerade einsinken, wenn die Flüssigkeit einen bestimmten Procentgehalt hat. Man thut wohl, solche Normale für den Pro-

Fig. 9.



centgehalt 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 vorzubereiten. Um das mit grosser Genauigkeit bewerkstelligen zu können, berechnet man zum Voraus, wieviel der Glaskörper, von dem im Vorhergehenden die Rede war, in der betreffenden Flüssigkeit wiegen muss, legt dieses Gewicht auf die rechte Wagschale und stellt das Gleichgewicht her, indem man allershand schwere Körper auf die linke Wagschale legt. Alsdann nimmt man das Gewicht auf der rechten Wagschale fort und hängt den Glaskörper an, so dass er frei in der Flüssigkeit schwimmt. Darauf giebt man der Flüssigkeit durch Hinzufügen von Wasser oder Spiritus ein solches Raumverhältniss, dass das Gleichgewicht wieder hergestellt ist; dann ist man gewiss, dass die Flüssigkeit das gewünschte Raumverhältniss hat. In dieser Flüssigkeit muss nun die Normale so schwimmen, dass der Strich *a* gerade von der Oberfläche der Flüssigkeit geschnitten wird; ist das nicht gleich der Fall, so setzt man so viel Bleischrot und andre kleine Körper von geringer Schwere hinzu, bis es der Fall ist. Deshalb muss auch die Normale Anfangs oben offen sein und erst zugeschmolzen werden, wenn sie genau die nöthige Schwere hat. Während dieser Operation muss die Wage immer im Gleichgewicht erhalten werden, und sollte sich der Zeiger derselben auf die eine oder andere Seite neigen, so muss die Mischung durch Hinzugliessen von Wasser oder Spiritus immer wieder von Neuem regulirt werden. Es ist selbstverständlich, dass während dieser ganzen Operation das Niveau der Flüssigkeit dasselbe bleiben muss, damit der Verbindungsdrath *b* immer gleich tief taucht. Deshalb thut man wohl, die ganze Operation zu wiederholen, nachdem die rechte Mischung hergestellt ist.

Um das Gewicht des Glaskörpers in den verschiedenen Flüssigkeiten zu finden, braucht man nur das Gewicht des von demselben verdrängten Wassers von 12°,4 R. Temperatur durch das Raumverhältniss der Flüssigkeit zu dividiren und den Quotienten von dem Gewicht des Glaskörpers in der Luft abzuziehen. In unserem obigen Beispiel wog der Glaskörper in der Luft 1,8 Pfund und verdrängte 1,36532 Wasser von 12°,4 R.; er wog also bei derselben Temperatur im Wasser

					0,43468
ferner in Spiritus von	10%	—	0,45298		
" " " "	20%	—	0,46745		
" " " "	30%	—	0,48178		
" " " "	40%	—	0,50035		
" " " "	50%	—	0,52438		
" " " "	60%	—	0,55291		
" " " "	70%	—	0,58486		
" " " "	80%	—	0,62050		
" " " "	90%	—	0,66146		
" " " "	100%	—	0,71512		

Hat man sich auf diese Weise genaue Normale zubereitet, so ist es leicht, mittelst derselben weingeistige Mischungen herzustellen, die genau 10, 20, 30, 40% u. s. w. Alkohol enthalten. Das Alkoholometer, dessen Stiel getheilt werden soll, wird mit einer einstweiligen willkürlichen Theilung versehen, nach einander in diese verschiedenen Mischungen getaucht, und beobachtet, bis zu welchem Punkt es in jeder derselben einsinkt. Auf diese Art erhält man eine gewisse Anzahl zuverlässig bestimmter Punkte; die Zwischenräume zwischen diesen Punkten kann man nun, ohne merkliche Fehler, mittelst der Tabelle pag. 9 theilen. Aus dieser Tafel sieht man z. B., dass, wenn das ganze Intervall zwischen 10% und 20% 165 Theile enthält, so müssen 18 Theile zwischen 10% und 11%, 17 Theile zwischen 11% und 12%, 17 Theile zwischen 12% und 13%, 18 Theile zwischen 13% und 14%, 17 Theile zwischen 14% und 15%, 16 Theile zwischen 15% und 16%, 15 Theile zwischen 16% und 17%, 16 Theile zwischen 17% und 18%, und 18% und 19% und endlich 15 Theile zwischen 19% und 20% enthalten sein. Ist aber das Intervall zwischen 10% und 20% gleich 16,5 Millimetern, so fallen die Zwischengrade auf folgende Entfernungen in Millimetern ausgedrückt

	Millim.		Millim.
10%	— 0,0	16%	— 10,3
11%	— 1,8	17%	— 11,8
12%	— 3,5	18%	— 13,4
13%	— 5,2	19%	— 15,0
14%	— 7,0	20%	— 16,5
15%	— 8,7		

und so für die übrigen Intervalle.

Die Berechnung der einzelnen Intervalle kann man sich mit dem Diagramm Fig. 3. ersparen; man braucht nur die aus den Vergleichen mit den Normalen unmittelbar entstandene Skale, auf welcher die Procentgehalte 0, 10, 20, 30 u. s. w. schon bezeichnet sind, mittelst des Diagramms weiter zu theilen, indem man nach einander die einzelnen Intervalle auf das Diagramm legt, so dass erst 0 und 10, dann 10 und 20, dann 20 und 30% und so fort von den Linien, die diesen Procenten entsprechen, geschnitten werden; die Zwischenprocente befinden sich alsdann in den Punkten, in welchen die Skale von den zwischenliegenden Linien geschnitten wird, die den zwischenliegenden Procenten entsprechen.

Da es ziemlich schwer ist, weingeistige Mischungen herzustellen, die schon genau den verlangten Procentgehalt (oder das verlangte Raumverhältniss) haben, so thut man wohl, sich mit Normalalkoholometern (so will ich sie nennen, um sie von den eben beschriebenen Normalen zu unterscheiden) zu versehen, mit denen man alle Procente und Procenttheile, die zwischen 0 und 10, 10 und 20, 20 und 30 etc. enthalten sind, bestimmen kann. Ein solches Normalalkoholometer ist Fig. 10 abgebildet; es ist den Normalen vollkommen

Fig. 10.



ähnlich; nur hat es einen längeren Stiel, auch macht man sie gewöhnlich etwas grösser, um dem Stiel einen grösseren Durchmesser geben zu können. Diese Normalalkoholometer werden nun ganz auf die oben beschriebene Weise so regulirt, dass man auf den Stiel jedes derselben 10 Procente auftragen kann, das erste giebt das Intervall von 0 bis 10%, das zweite das Intervall von 10 bis 20%, das dritte das Intervall von 20 bis 30% und so fort bis 100%; da die Theilungen nach der obern Hälfte der Skale hin immer grösser werden, so kann man das letzte Intervall in zwei Theile theilen, d. h. ein Normalalkoholometer für 90 bis 95% und ein anderes für 95 bis 100% herstellen. Die einzelnen Procente müssen gross genug sein, dass man sie in 5 Theile theilen kann, so dass man also unmittelbar $\frac{1}{5}\%$ erhält; aber auch leicht mit dem Augenmass $\frac{1}{10}\%$ ablesen kann.

Hat man solche Normalalkoholometer, so ist es nicht nöthig, die Flüssigkeit genau nach der Normale zu reguliren, sondern man regulirt sie nur nahe zu; und taucht das zu prüfende Alkoholometer mit dem entsprechenden Normalalkoholometer zugleich in dieselbe Flüssigkeit und sieht, ob sie übereinstimmen.

Verification des Nullpunkts des Alkoholometers.

In reinem Wasser soll das Alkoholometer bei der Temperatur 12°,4 R. bis zum Nullpunkt einsinken; das giebt uns ein Mittel an die Hand, wenigstens einen Punkt jedes Alkoholometers, welches bis 0% hinabgeht, ohne Schwierigkeit zu prüfen; denn Wasser findet man überall, und selbst hinlänglich reines, wenn man sich des Regenwassers oder geschmolzenen Schnees bedient. Da aber die Temperatur des Wassers nicht immer die Normaltemperatur ist, so ist es bei diesen Prüfungen nöthig, auf diese Rücksicht zu nehmen. In der folgenden Tabelle sind die Punkte angegeben, bis zu welchen das Alkoholometer bei verschiedener Temperatur in Wasser einsinken muss.

Temp. R.	Alkoholometer. %	Temp. R.	Alkoholometer. %	Temp. R.	Alkoholometer. %
0	— 0,3	7	— 0,4	14	+ 0,2
1	— 0,3	8	— 0,3	15	+ 0,3
2	— 0,4	9	— 0,3	16	+ 0,4
3	— 0,4	10	— 0,2	17	+ 0,6
4	— 0,5	11	— 0,1	18	+ 0,8
5	— 0,5	12	— 0,0	19	+ 0,9
6	— 0,5	13	+ 0,1	20	+ 1,1

Verification des mit dem Alkoholometer zusammen- geschmolzenen oder dasselbe begleitenden Thermometers.

Wenn ein Alkoholometer sehr richtig getheilt ist, d. h. bei der Normaltemperatur die Alkoholprocente, die in der zu prüfenden weingeistigen Flüssigkeit enthalten sind, mit grosser Genauigkeit angiebt, so wird es bei jeder andern Temperatur dennoch falsche Resultate geben, wenn das begleitende Thermometer nicht richtig ist.

Die Richtigkeit eines Thermometers wird am bequemsten durch Vergleichung mit einem Normalthermometer geprüft; es ist also vor allen Dingen nöthig, sich in den Besitz eines solchen zu setzen.

Solche Normalthermometer werden in grosser Vollkommenheit von mehreren Künstlern gefertigt — ich führe für die in Deutschland lebenden Leser nur die Herren Geissler und Greiner in Bonn und Berlin an, — obgleich auch Andere sie sehr wohl auszuführen wissen.

Ein solches Normalthermometer muss vor allen Dingen folgenden Prüfungen unterworfen werden:

1) Man prüft, ob ein abgerissener Quecksilberfaden in der ganzen Länge der Skale dieselbe Länge hat.

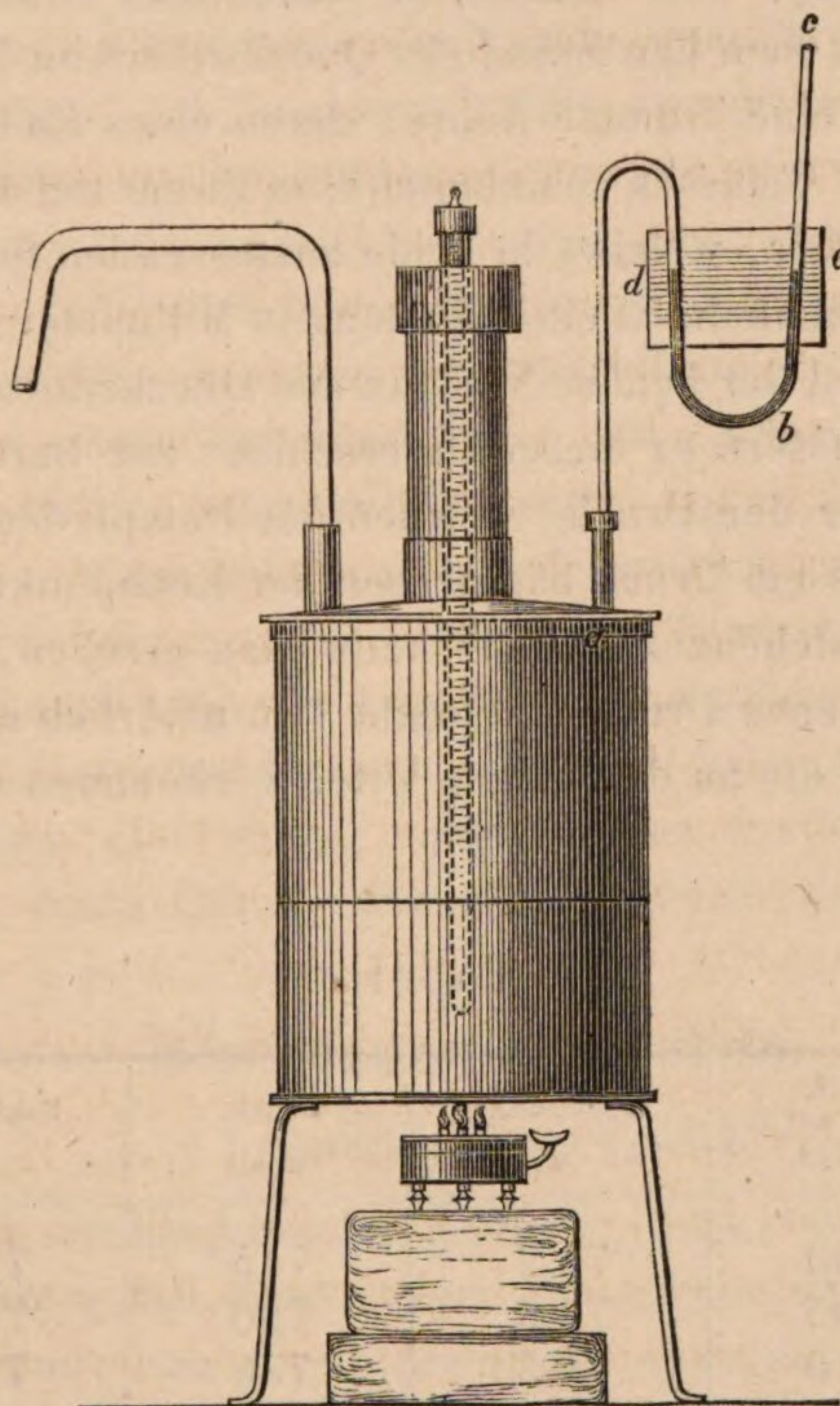
Da es bei denjenigen Thermometern, welche zu alkoholometrischen Zwecken gebraucht werden, auf eine sehr grosse Genauigkeit nicht ankommt und eine Abweichung von $\frac{1}{10}$ oder selbst $\frac{1}{5}^{\circ}$ unbeachtet gelassen werden kann, so ist es hinreichend, einen Faden abzureissen, der etwa 30° Länge hat, und denselben hin und her gehn zu lassen und anzumerken, ob er überall dieselbe Länge hat. Will der Quecksilberfaden sich nicht an der bestimmten Stelle abreissen lassen, so lässt man auf diese Stelle die spitze Flamme einer Spirituslampe einwirken, die denselben bald zum Abreissen bringen wird. Nachdem Alles erkaltet ist, stellt man das Thermometer horizontal und lässt den abgerissenen Quecksilberfaden von 0° bis 100° vorwärts gehen (was durch eine Neigung des Thermometers bewerkstelligt wird), und liest dabei immer fort die Stellen der beiden Endpunkte auf der Skale ab: sind die Differenzen dieser Ablesungen alle unter einander gleich, so ist der Quecksilberfaden überall cylindrisch, und das Thermometer entspricht in dieser Hinsicht den Anforderungen der Genauigkeit; ist das aber nicht der Fall, so kann man zwar die Fehler des Thermometers aus den beobachteten Differenzen berechnen, aber diese Berechnung ist so weitläufig und zeitraubend, dass man besser thut, das Thermometer zu verwerfen und sich nach einem andern umzusehen. Wer indess geneigt ist, sich dieser Mühe zu unterwerfen, der findet in vielen Schriften die nöthige Anweisung.

2. Man prüft, ob der Nullpunkt oder die Temperatur des schmelzenden Schnees richtig angegeben ist.

Dazu braucht man nur das Thermometer bis an den Nullpunkt in Schnee zu stecken, der aber durch eine anfangende Schmelzung durchsichtig geworden ist;*) nachdem das Thermometer wenigstens eine halbe Stunde in Schnee gesteckt hat, sieht man nach, ob das Quecksilber genau auf 0° stehen geblieben ist; ist das nicht der Fall, so ist das Normalthermometer zu verwerfen.

Hier ist zu bemerken, dass bei eben verfertigten Thermometern der Nullpunkt zuweilen nach und nach in die Höhe steigt, wesshalb man Normalthermometer immer erst einige Monate ruhen lassen muss, ehe man ihren Nullpunkt bestimmt. Normalthermometer, die ihren Nullpunkt verändern, sind zu verwerfen. Man thut also wohl, bei jedem zu prüfenden Normalthermometer die Prüfung des Nullpunkts nach einigen Monaten zu wiederholen, und nur diejenigen anzunehmen, bei denen der Nullpunkt sich nicht verändert hat. Es versteht sich von selbst, dass man für unsern Zweck sehr kleine Abweichungen z. B. von $\frac{1}{10}^{\circ}$ unbeachtet lassen kann.

Fig. 11.



*) Hat man keinen Schnee, so nimmt man kleingestossenes Eis und sieht darauf, dass es immer eine dicke schwerflüssige Masse bilde. Auch muss man darauf sehen, dass das Wasser, welches sich beim Schmelzen des Schnees oder Eises bildet, seinen Abfluss habe, und man nimmt deshalb diese Operation in einem Trichter oder in einem Gefäss vor, dessen Boden durchlöchert ist.

Wenn man ein Thermometer in kochendes Wasser senkt und gleich darauf in schmelzenden Schnee, so fällt der Schmelzpunkt immer zu niedrig, und es dauert oft sehr lange, ja mehrere Wochen, bis das Quecksilber wieder auf die normale Höhe kommt. Das rührt wahrscheinlich daher, weil das Glas, nachdem die Wärme es schnell ausgedehnt hatte, nicht sogleich wieder auf das frühere Volumen zurückkommt. Beim Alkoholometer, welches nur bei mittlerer und niedriger Temperatur gebraucht wird, muss man besonders darauf sehen, dass der Nullpunkt constant sei, und deshalb ist beim Normalthermometer auch hierauf besonders zu sehen — eine oft wiederholte Bestimmung seines Kochpunktes würde aber aus dem angeführten Grunde nur schädlich sein.

3. Man prüft den Kochpunkt des Thermometers. Zu dieser Prüfung gehört ein blechernes Gefäss (Fig. 11), welches bis auf eine geringe Höhe mit reinem Wasser gefüllt ist; das Wasser wird vermittelt einer Spirituslampe bis zum Kochen erhitzt; die Dämpfe erfüllen bald den innern Raum des Gefässes und umgeben das in demselben so aufgehängte Thermometer, dass der Kochpunkt und einige über demselben befindliche Grade über dem Deckel sichtbar sind, damit man den Stand des Quecksilbers im Thermometer ablesen könne. *a, b, c* ist eine krumme Röhre, deren eines Ende *a* mit dem dampferfüllten Innern des Gefässes communicirt; in ihrem tiefsten Punkte *b* befindet sich etwas Quecksilber, welches in beide anstossenden Schenkel hineinsteigt; zwischen beiden Schenkeln ist eine Theilung in Millimeter befestigt, an welcher man den Unterschied der beiden Niveaux des Quecksilbers ablesen kann, des innern *d* und des äussern *e*; dieser Unterschied, zur Barometerhöhe hinzugezählt, giebt offenbar den Druck, welchen der Dampf des kochenden Wassers ausübt; und von diesem Druck hängt eben der Kochpunkt des Wassers ab.

Aus der nachstehenden Tabelle kann man ersehen, welcher Kochpunkt irgend einem gegebenen Druck entspricht, wo natürlich nur diejenigen Drucke aufgenommen sind, die an denjenigen Orten vorkommen können, wo man Alkoholometer macht.

Tabelle.

Druck in mm. auf 0 reducirt.	Kochpunkt. R.	Druck. mm.	Kochpunkt. R.
700	78,2	745	79,6
705	78,3	750	79,7
710	78,5	755	79,8
715	78,7	760	80,0
720	78,8	765	80,2
725	78,9	770	80,3
730	79,1	775	80,4
735	79,2	780	80,6
740	79,4		

Es sei nun z. B. während des Kochens der auf 0° Quecksilbertemperatur reducirte Barometerstand 748,0 mm.; der auf der Theilung abgelesene Druck 2 mm., der Druck des Wasserdampfes also 750,0, so ist nach der obigen Tafel die Temperatur, die das Thermometer in diesem Dampfe anzeigen muss, 79,7. Hat also das Thermometer wirklich diesen Stand, so ist es richtig, ist das aber nicht der Fall, so ist der Kochpunkt nicht richtig bestimmt worden, und das Normalthermometer ist zu verwerfen; hier können indess selbst grössere Unterschiede. z. B. von $\frac{1}{2}^{\circ}$, unbeachtet gelassen werden.

Ist man nun im Besitz eines solchen Normalthermometers, so braucht man nur das Thermometer, welches sich im untern Theil des Alkoholometers befindet, mit diesem Normalthermometer zu vergleichen, um zu wissen, ob es eine hinreichende Genauigkeit hat. Da es, wie ich schon oben gesagt habe, hier nicht auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ ankommt, so ist es in den meisten Fällen hinreichend, das Thermometer des Alkoholometers an 2 oder 3 Stellen zu prüfen, erstlich den Nullpunkt unmittelbar, indem man das Thermometer in schmelzendes Eis steckt, dann durch Vergleichung mit dem Normalthermometer, indem man beide Thermometer neben einander in Wasser getaucht einer constanten Temperatur von beiläufig $+ 30^{\circ}$ aussetzt; ist die Anzeige des zu prüfenden Thermometers der Anzeige des Normalthermometers entsprechend, so ist es richtig. Wo möglich prüft man dasselbe noch bei irgend einem Punkt unterhalb Null, z. B. bei $- 10^{\circ}$ oder $- 20^{\circ}$, doch bietet die Herstellung einer so niedrigen Temperatur im Sommer oder in einem geheizten Zimmer manche Schwierigkeit dar. Die beste Art, Kälte hervorzubringen, ist, Schnee mit starkem Spiritus zu vermengen; der Schnee schmilzt dabei rasch, und zugleich sinkt dessen Temperatur bedeutend. Wenn man eine hinreichende Menge dieser Mischung anwendet und dabei fleissig umrührt, so bleibt die Temperatur derselben geraume Zeit constant, und man kann die Angaben des zu prüfenden Thermometers mit dem Normalthermometer mit Musse vergleichen; jedenfalls thut man wohl, das Gefäss, in welchem die Prüfung vorgenommen werden soll, in ein zweites Gefäss zu stellen, worin sich ebenfalls eine kälteerzeugende Mischung befindet.

Berechnung der Tafeln.

I. Berechnung der Tafel I.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass, wenn der Spiritus nicht die Normaltemperatur hat, die Anzeigen des Alkoholometers auf diese reducirt werden müssen, und dass diese [Reduction mittelst einer Tafel gemacht werden kann, welche die den Anzeigen des Alkoholometers entsprechenden wahren Werthe der Stärke der weingeistigen Flüssigkeiten giebt.

Diese mit I. bezeichnete Tafel ist auf folgende Weise zu verstehen: Wenn der zu untersuchende Spiritus die Normaltemperatur hat, so giebt das in denselben gesenkte Alkoholometer unmittelbar den Procentgehalt desselben an;

wenn aber die Temperatur höher oder niedriger ist, so sinkt das Alkoholometer mehr oder weniger in die Flüssigkeit ein, das heisst, man erhält im ersten Fall einen zu hohen, im zweiten einen zu niedrigen Procentgehalt. Haben wir z. B. einen Spiritus von 56 %, so sinkt bei der Normaltemperatur das Alkoholometer bis zur Zahl 56 ein; ist aber die Temperatur $-1,0$, so sinkt das Alkoholometer bis 50 % ein; deshalb findet man in der Tafel I. unter der Rubrik 50 auf der Linie für die Temperatur -1° die Zahl 56 %. Um diese Zahl zu finden, verfährt man auf folgende Weise: Wenn das Alkoholometer bei $12^{\circ}, 4$ R. bis 56 % einsinkt, bei der Temperatur -1° aber nur bis 50 %, so kommt das daher, weil das Raumverhältniss des Alkohols durch die Erniedrigung der Temperatur kleiner wird. Man weiss nun aber aus der Tafel pag. 4., dass dem Procentgehalt von 56 % das Raumverhältniss von 1,0845 entspricht, dem Procentgehalt von 50 % aber das Raumverhältniss 1,0703; die Spiritusorte, die 56 % Alkohol enthält, dehnt sich also von der Temperatur -1° bis zur Temperatur $12^{\circ}, 4$ R. von 1,0703 bis 1,0845 aus, d. h. um 0,0142. Ist also diese Ausdehnung bekannt, so ist es mit Hülfe der Tabelle pag. 4. leicht, aus der Angabe des Alkoholometers bei irgend einer Temperatur den wahren Procentgehalt des Spiritus bei der Normaltemperatur zu finden. Die Ausdehnung der verschiedenen Spiritussorten bei Temperaturerhöhung und Temperaturerniedrigung finden wir aber in den Tabellen von Gilpin, von denen schon oben die Rede war. *)

Nur muss man nicht vergessen, dass die Gilpinschen Tafeln die wahre Ausdehnung der verschiedenen Branntweinsorten geben, und nicht die scheinbare, um die es sich hier handelt; denn wenn sich die Flüssigkeit, in welcher das Alkoholometer schwimmt, erwärmt, so dehnt sich nicht nur die Flüssigkeit aus, sondern auch das Glas, aus welchem das Alkoholometer besteht; vermöge der Ausdehnung der Flüssigkeit sinkt das Alkoholometer, vermöge der Ausdehnung des Glases aber steigt dasselbe; es geschieht hier dasselbe, wie bei einem mit Flüssigkeit ganz gefüllten gläsernen Gefässe; wenn man die Temperatur der Flüssigkeit allein erhöhen könnte, so würde etwas mehr herausfliessen, als wenn das sie enthaltende Gefäss sich mit ausdehnt, wodurch dessen Inhalt ein wenig zunimmt. Hieraus folgt, dass man die wahre Ausdehnung einer Flüssigkeit um die Ausdehnung des Glases verkleinern muss, um die scheinbare Ausdehnung derselben zu finden, oder, um noch genauer zu sprechen, man muss die um die Einheit vermehrte wahre Ausdehnung der Flüssigkeit durch die ebenfalls um die Einheit vermehrte Ausdehnung

*) Hier ist zu bemerken, dass die Zusammensetzung in Gewichtstheilen bei allen Temperaturen dieselbe bleibt, die Zusammensetzung in Volumen-Theilen aber nicht, weil das Wasser eine andere Ausdehnung hat, als der Alkohol. Man muss deshalb, wenn man dieselbe Zusammensetzung von Wasser und Alkohol durch alle Gilpinschen Tabellen verfolgen will, nicht auf ihren Procentgehalt in Volumen (Quantity of spirit per cent, die mit VII. bezeichnete Rubrik bei Gilpin), sondern auf ihre Zusammensetzung in Gewichtstheilen (Spirit and water by weight, in der Rubrik I. bei Gilpin) sehen.

des Glases dividiren, um die um die Einheit vermehrte scheinbare Ausdehnung der Flüssigkeit zu erhalten. Das Glas dehnt sich aber für jeden Grad des Réaumur'schen Thermometers im Verhältniss von 1 zu $1 + 0,0000305 t$ aus, wo t die Anzahl der Grade (des Réaumur'schen Thermometers) bezeichnet, um welche man die Temperatur der Flüssigkeit über die Normaltemperatur erhöht hat; für Temperaturen unter der Normaltemperatur ist natürlich t negativ zu nehmen. *)

Es sei nun R_t das wahre Raumverhältniss einer weingeistigen Flüssigkeit bei der Temperatur t ; so ist das scheinbare Raumverhältniss derselben Flüssigkeit $\frac{R_t}{1 + 0,0000305 t}$. Um aus den Logarithmen der wahren Raumverhältnisse die Logarithmen der scheinbaren Raumverhältnisse zu finden, muss man jene um die Logarithmen von $(1 + 0,0000305 t)$ verringern, wo t die Differenz der beobachteten und der Normaltemperatur bedeutet. Diese letzteren Logarithmen sind in der folgenden kleinen Tafel zusammengestellt.

Beobachtete Temperatur.	t .	Log. $(1 + 0,0000305 t)$.
12°,4	0	0,00000
0°,0	— 12,4	9,99983
4°,0	— 8,4	9,99989
8°,0	— 4,4	9,99994
12°,0	— 0,4	9,99999
16°,0	+ 3,6	0,00005
20°,0	+ 7,6	0,00010

Diese Zahlen müssen von den Logarithmen der wahren Raumverhältnisse abgezogen werden, um sie wegen der Ausdehnung des Glases zu corrigiren.**)

Ist nun diese Rechnung vorgenommen worden, so hat man nur vermöge der Tafel pag. 4 für die so erhaltenen Logarithmen der Raumverhältnisse die zugehörigen Procentgehalte zu finden. Um sich diese Umwandlung zu erleichtern, macht man sich erst eine Tabelle, in welcher die Logarithmen der Raumverhältnisse für jeden Procentgehalt, von $\frac{1}{10}$ zu $\frac{1}{10} \%$ fortgehend, im Voraus berechnet zusammengestellt sind: vermöge dieser Tabelle ist es leicht, für

*) Die verschiedenen Glassorten dehnen sich verschieden aus, aber diese Verschiedenheiten sind so gering, dass man obige Zahl als die Mittelzahl unverändert anwenden kann, ohne einen merklichen Fehler zu begehen.

**) Die Ausdehnung des Glases für 1° C. ist 0,000023; der Logarithmus von 1,000023 ist aber 0,00001; wenn man also das wahre Raumverhältniss irgend einer Flüssigkeit in das scheinbare verwandeln will, so braucht man nur zu dem Logarithmen des wahren Raumverhältnisses die Temperatur, in ganzen Centesimal-Graden ausgedrückt, hinzu zu addiren, wenn die Temperatur negativ ist, und abzuziehen, wenn sie positiv ist. Es sei z. B. das wahre Raumverhältniss irgend einer Spiritussorte bei der Temperatur +10° C. (von der Normaltemperatur an gerechnet) gleich 1,1875, so ist der Logarithmus ihres scheinbaren Raumverhältnisses gleich Log. 1,1875 — 10, also 0,07464 — 10 = 0,07454, oder ihr scheinbares Raumverhältniss 1,1872.

jeden Logarithmen der Raumverhältnisse den zugehörigen Procentgehalt zu finden. Als Beispiel wollen wir aus den Gilpinschen Versuchen hier die Tafel für diejenigen Procentgehalte berechnen, die in der Brixschen Tafel fehlen, nämlich die von 0 bis 20 %. Um sich die Rechnung zu erleichtern, unterwirft man erst diejenigen Temperaturen der Rechnung, welche nach dem Réaumur-schen Thermometer ganze Zahlen geben, also $32^{\circ} \text{ F.} = 0^{\circ} \text{ R.}$, $41^{\circ} \text{ F.} = 4^{\circ},0 \text{ R.}$, $50^{\circ} \text{ F.} = 8^{\circ},0 \text{ R.}$; $59^{\circ} \text{ F.} = 12^{\circ} \text{ R.}$; $68^{\circ} \text{ F.} = 16^{\circ} \text{ R.}$ und endlich $77^{\circ} \text{ F.} = 20^{\circ} \text{ R.}$

Die Gilpinschen Tafeln geben nicht die Raumverhältnisse, sondern die specifischen Gewichte der verschiedenen weingeistigen Mischungen bei verschiedener Temperatur; es ist aber leicht, die specifischen Gewichte in die zugehörigen Raumverhältnisse zu verwandeln, indem man die Logarithmen der ersten von dem Logarithmen der Einheit abzieht; die so erhaltenen Zahlen sind die Logarithmen der wahren zugehörigen Raumverhältnisse. Diese müssen vor allen Dingen, vermöge der oben angeführten Tafeln, wegen der Ausdehnung des Glases corrigirt werden.

Um aus diesen Angaben die Tafel zu erhalten, deren wir bedürfen, braucht man nur die in ihr erhaltenen Zahlen so zusammenzustellen und zwischen ihnen so zu interpoliren, dass Temperatur sowohl wie scheinbarer Procentgehalt in ganzen Zahlen fortschreiten; man erhält alsdann schliesslich folgende Tafel:

Tempe- ratur. °R.	Scheinbarer Procentgehalt.										
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %
0	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,5	7,7	8,9	10,0	11,1	12,4
1	1,3	2,3	3,4	4,4	5,4	6,5	7,7	8,9	10,0	11,1	12,4
2	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,5	7,7	8,9	10,0	11,1	12,3
3	1,3	2,4	3,4	4,4	5,5	6,5	7,8	8,9	10,0	11,1	12,2
4	1,4	2,5	3,5	4,5	5,6	6,6	7,8	8,9	10,0	11,0	12,2
5	1,4	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,8	8,8	9,9	10,9	12,1
6	1,4	2,5	3,4	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	9,8	10,8	13,0
7	1,4	2,4	3,4	4,4	5,5	6,6	7,7	8,7	9,7	10,8	11,9
8	1,4	2,4	3,4	4,4	5,5	6,5	7,6	8,6	9,6	10,7	11,8
9	1,3	2,3	3,3	4,3	5,4	6,4	7,5	8,5	9,5	10,6	11,6
10	1,2	2,2	3,2	4,2	5,3	6,3	7,3	8,3	9,4	10,4	11,4
11	1,1	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2	9,3	10,3	11,3
12	1,0	2,0	3,0	4,0	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,1	11,1
13	0,9	1,9	2,9	3,9	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,9	10,9
14	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,7	10,7
15	0,7	1,7	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,5	10,5
16	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,4	8,4	9,3	10,3
17		1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,2	8,2	9,1	10,0
18		1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,0	7,9	8,8	9,8
19		0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5
20		0,8	1,8	2,8	3,8	4,7	5,6	6,5	7,4	8,3	9,3

Temp.	12 %	13 %	14 %	15 %	16 %	17 %	18 %	19 %	20 %	21 %
0	13,6	14,8	16,2	17,5	19,0	20,5	21,9	23,2	24,6	26,1
1	13,6	14,7	16,1	17,4	18,8	20,2	21,6	22,9	24,3	25,7
2	13,5	14,7	16,0	17,3	18,6	20,0	21,3	22,6	23,9	25,2
3	13,5	14,6	15,9	17,2	18,4	19,8	21,0	22,3	23,5	24,7
4	13,4	14,5	15,7	17,0	18,3	19,6	20,7	21,9	23,1	24,2
5	13,2	14,3	15,6	16,8	18,0	19,3	20,4	21,6	22,8	23,8
6	13,1	14,2	15,4	16,5	17,8	19,0	20,1	21,2	22,4	23,4
7	12,9	14,0	15,3	16,3	17,5	18,7	19,8	20,9	22,1	23,0
8	12,8	13,9	15,0	16,0	17,3	18,4	19,5	20,5	21,7	22,6
9	12,6	13,7	14,8	15,8	17,0	18,1	19,2	20,3	21,3	22,2
10	12,4	13,5	14,5	15,5	16,7	17,8	18,9	19,9	20,9	21,8
11	12,2	13,3	14,3	15,3	16,4	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5
12	12,1	13,1	14,1	15,0	16,1	17,1	18,1	19,1	20,1	21,1
13	11,8	12,8	13,9	14,8	15,8	16,8	17,8	18,8	19,8	20,7
14	11,6	12,6	13,6	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,4	20,3
15	11,4	12,3	13,3	14,3	15,2	16,2	17,2	18,2	19,1	20,0
16	11,2	12,1	13,0	14,0	14,9	15,8	16,8	17,8	18,7	19,7
17	11,0	11,8	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,4	18,3	19,3
18	10,7	11,6	12,6	13,4	14,3	15,2	16,1	17,1	17,9	18,9
19	10,5	11,3	12,3	13,0	14,0	14,9	15,8	16,7	17,5	18,5
20	10,2	11,0	11,9	12,7	13,7	14,6	15,4	16,3	17,1	18,0

Die Gilpinschen Tabellen gehen nicht über den Procentgehalt von 92,6 % hinaus; für die höhern Spiritussorten muss man sich also späterer Angaben bedienen. Die Gilpinschen Tabellen gehen auch nur bis 30° F. oder — 0°,9 R. hinab; bei allen niedern Temperaturen muss man also die Brixschen Untersuchungen benutzen.*) Da selbst diese, die bis zu 10° Kälte hinabgehen, den Anforderungen eines nordischen Klimas nicht entsprechen, so habe ich einige Versuche bei noch niedrigeren Temperaturen angestellt. Ich habe der Aufgabe zu genügen geglaubt, wenn ich erst im Allgemeinen untersuchte, ob sich alle oder wenigstens die höheren Spiritussorten in denjenigen Temperaturen, die sehr weit vom Kochpunkt des Spiritus entfernt sind, gleichmässig ausdehnen; denn in diesem Fall braucht man die Tafeln nur mit ungeänderten Ausdehnungscoefficienten fortzusetzen.

Diese Untersuchung war doppelter Art:

1) Nach dem Ausspruch von Tralles, Brix und andern Physikern dehnen sich alle Spiritusarten mit Ausnahme der schwächeren in der Kälte fast ebenso regelmässig aus wie das Quecksilber.

Die Untersuchungen von Brix, welche bis — 10° herabgehen, beweisen dies sehr deutlich, s. pag. VII. seiner Schrift über Alkoholometrie.

*) Siehe A. J. W. Brix: Das Alkoholometer nebst 9 Tafeln zum praktischen Gebrauch. Berlin 1856.

Wärmegrade.	Scheinb. spec. Gewicht.	Unterschied.	Scheinb. spec. Gewicht.	Unterschied.
	20 %		40 %	
0	0,97844		0,96030	
— 2,5	0,97873	0,00029		
— 5	0,97899	0,00026	0,96374	0,00344
— 7,5				
— 10			0,96696	0,00342
	60 %		80 %	
0	0,92414		0,87556	
— 5	0,92849	0,00435	0,88021	0,00466
— 10	0,93275	0,00426	0,89478	0,00456
				100 %
				0,80645
				0,81146
				0,81632
				0,00501
				0,00486

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Ausdehnung aller Spiritussorten nach der höhern Temperatur hin ein wenig zunimmt, aber diese Zunahme ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann. Sie beträgt nämlich, wenn man die Verdichtung von 0° bis — 5° mit der Verdichtung von — 5° bis — 10° vergleicht

für 40 % 0,00002
60 % 0,00009
80 % 0,00010
100 % 0,00015.

Also wenn man aus der Verdichtung von 0° bis — 10° auf die von — 10° bis — 25° schliesst, so kann man höchstens bei der stärksten Spiritussorte um 0,00045 im specifischen Gewicht oder um $\frac{1}{10}$ % fehlen; und das ist eine Grösse, die ohne dies, zumal bei so grosser Kälte, wo das genaue Beobachten immer schwierig ist, ausserhalb des Bereichs auch der sorgfältigsten Beobachtung liegt.

Hierbei ist noch zu bemerken, dass die Ab- und Zunahme der in der Tafel I. enthaltenen Zahlen nicht unmittelbar von der Zu- oder Abnahme des Volumen der fraglichen Spiritussorte abhängt. Das kann man sehr deutlich daraus ersehen, dass die auf einander folgenden Differenzen dieser Zahlen, von 10 zu 10° berechnet, bis zu dem Gehalt von 32 % nach der Kälte hin zunehmen, bei allem höhern Procentgehalt aber in derselben Richtung abnehmen, während doch die Differenzen der Volumen bei allen Procentgehalten nach der Null hin abnehmen, wie man aus den oben angeführten Versuchen von Brix sehr deutlich sieht. Es findet hier eine Compensation statt, welche macht, dass die Procentgehalte sich bei Aenderung der Temperatur noch gleichmässiger ändern, als das specifische Gewicht.

2. Dennoch habe ich geglaubt, diese Verdichtung in Hinsicht ihres Einflusses auf die Angaben des Alkoholometers der Probe des Experiments unterwerfen zu müssen, und habe das auf folgende Weise ins Werk gestellt.

Er wurden mehrere Portionen Spiritus von sehr verschiedener Stärke in verschiedene Gläser gegossen, das Alkoholometer hineingetaucht und dessen Anzeigen erst bei der Temperatur des Zimmers, dann draussen, und dann wieder im Zimmer notirt. Alle drei Male wurde das Gefäss hinlänglich lange Zeit (mehrere Stunden) der Einwirkung der Temperatur der umgebenden Luft ausgesetzt. Die Strenge des vorigen Winters war mir bei diesen Versuchen sehr gelegen, indem ich niemals nöthig hatte, künstliche Mittel der Erkältung anzuwenden, und dabei es mit sehr beständiger Temperatur zu thun hatte, die sich kaum um $\frac{1}{10}^{\circ}$ in einer Stunde änderte.

Stimmte nun die Angabe des Alkoholometers mit derjenigen zusammen, welche die Rechnung gab, so hielt ich dies obige Gesetz der gleichmässigen Ausdehnung der verschiedenen Spiritussorten, in den Grenzen der verlangten Genauigkeit, als vollkommen erwiesen, und hatte deshalb an den in dieser Voraussetzung berechneten Tabellen nichts zu ändern. Die nachstehenden Versuche werden beweisen, dass diese Uebereinstimmung wirklich stattfindet.

Beobachtete Temperatur.	Anzeige des Alkoholometers in Procenten.	Auf die Normaltemperatur reducirte Procente.	Unterschied.
{ + 15,7	55,4	54,0	0,0
{ — 15,9	40,5	54,0	
{ + 15,5	87,6	86,6	0,2
{ + 14,0	87,1	86,6	
{ — 20,2	75,6	86,8	
{ + 16,5	49,7	47,3	0,4
{ — 14,7	33,8	47,7	
{ + 14,5	48,4	47,5	0,1
{ — 20,3	30,0	47,4	
{ + 15,0	81,0	80,1	0,1
{ — 18,0	69,0	80,2	
{ + 16,5	53,6	51,7	0,3
{ — 11,5	39,8	51,4	
{ + 13,5	81,0	80,6	0,0
{ — 9,0	72,8	80,6	
{ + 20,5	29,3	25,0	0,1
{ — 11,5	16,9	25,1	

Diese Versuche beweisen, dass die obige Annahme von der Gleichmässigkeit der Ausdehnung der verschiedenen Spiritussorten in den Fällen und in den Grenzen der Genauigkeit, in welchen sie in Anwendung kommt, durchaus zulässig ist, und dass die von mir zu -25° ausgedehnten Tabellen gewiss bis auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ richtig sind.

Die Summe der Quadrate der Abweichungen ist nämlich

0,32

wobei die Anzahl der Beobachtungen 8 ist, woraus nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgt, dass man 12 gegen 1 wetten kann, dass der Fehler nicht $\frac{1}{8}\%$ übersteigen wird.

Hier ist noch zu bemerken, dass Spiritus von 45 % bei -26° R. zufriert, weshalb die Tafeln erst bei 45 % bis -25° zu brauchen sind. Spiritus von 20 % friert schon bei -6° .

3. Das Alkoholometer ist freilich nur für den Brenner bestimmt, findet aber doch auch eine häufige Anwendung in chemischen Laboratorien. Hier aber können absoluter Alkohol oder Mischungen, die dem absoluten Alkohol sehr nahe sind, vorkommen, und für diesen Fall lassen uns die Brix'schen Tafeln in Stich, wenn die Temperatur die Normaltemperatur übersteigt; es ist nämlich in derselben angenommen, dass das Alkoholometer nicht tiefer einsinken kann, als bis 100 %; auch ist die Theilung des Alkoholometers nicht über diesen Punkt hinaus fortgesetzt. Wenn man also bei einer hohen Temperatur, d. h. im Sommer, mehrere Portionen soviel wie möglich reinen Alkohol bereitet hat, und man will sie auf ihre Stärke prüfen, so muss man zu vergleichenden Wägungen gleicher Volumen Alkohol und Wasser seine Zuflucht nehmen, wobei die Reduction auf die Normaltemperatur genau beobachtet werden muss. Deshalb lasse ich mein Alkoholometer noch etwas über 100 % hinaus theilen bis 102 % und habe deshalb die entsprechende Tabelle der Stärke bis dahin erweitert, so dass es auch eine Rubrik für 101 % und für 102 % giebt. Um diese Colonnen zu berechnen, habe ich mich der bekannten Arbeit von Kopp bedient (Poggendorfs Annalen der Physik Bd. 72), nach welcher die wahre Ausdehnung des reinen Alkohols zwischen 12° und 25° R. 0,00136 für 1° R. beträgt, die scheinbare also (der Unterschied der Ausdehnung von Alkohol und Glas) 0,00133.

Reduction der Anzeigen eines messingenen Alkoholometers.

Sollte das Alkoholometer nicht von Glas sein, sondern von Messing, so muss in der Rubrik für die Ausdehnung des Glases die Ausdehnung des Messings substituirt werden, das heisst, man muss in der Formel der 25. Seite $1 + 0,00007125 t$. statt $1 + 0,0000305 t$. schreiben; dann entsteht, ganz auf dieselbe Art, die Tafel III. Diese Tafeln werden weiterhin von grossem Nutzen sein, wenn wir uns mit dem Gebrauch der metallischen Alkoholometer mit Anhängengewichten beschäftigen werden. Man kann sich leicht durch die Vergleichung dieser Tafel mit der Tafel I. überzeugen, dass die Unterschiede nicht unbedeutend sind.

Berechnung der Tafel II

Die Tafel I. giebt für jede Anzeige des Alkoholometers in einer weingeistigen Flüssigkeit von irgend einer Temperatur an, welchen Procentgehalt derselbe Alkoholometer anzeigen wird, wenn man ihn in dieselbe Flüssigkeit

bei der Normaltemperatur taucht; der vom Alkoholometer bei der Normaltemperatur angezeigte Procentgehalt ist aber der wahre Procentgehalt derselben, welchen man auch seine Stärke nennt. Diese Stärke ist bei der Normaltemperatur massgebend für den Preis derselben. Wenn also eine Flüssigkeit bei der Normaltemperatur gemessen wurde, und diese Messung z. B. 100 Eimer gab, und die Flüssigkeit enthielt nach der Angabe des Alkoholometers 50 % reinen Alkohol, so kosten die 100 Eimer 50 Thaler, wenn der Preis eines Eimers Alkohol zu 1 Thaler angenommen worden ist.

Anders aber ist es, wenn die Ausmessung der Flüssigkeit nicht bei der Normaltemperatur geschah. Da der Preis von 1 Thaler für einen Eimer Alkohol nur für die Normaltemperatur gilt, so muss die bei einer andern Temperatur gemessene Quantität Branntwein erst auf die Normaltemperatur reducirt werden, d. h. man muss wissen, wie viel Eimer die Flüssigkeit bei der Normaltemperatur gegeben hätte.

Da uns die Ausdehnung aller weingeistigen Flüssigkeiten durch die Wärme aus den Tafeln von Gilpin, Tralles und Brix bekannt ist, so ist es nicht schwer, diese Reduction vorzunehmen.

So hat z. B. nach der Tabelle von Gilpin diejenige weingeistige Flüssigkeit, die bei der Normaltemperatur ein Raumverhältniss von 1,2121 hat, und welche 92,6 % reinen Alkohol enthält, bei der Temperatur 0° ein Raumverhältniss von 1,1932; hieraus folgt, dass 100 Eimer bei 0° R. gemessene Eimer von dieser Spiritussorte bei 12°,4 $100 \times \frac{1,2122}{1,1932} = 101,6$ Eimer geben.

Wenn wir also 100 bei der Temperatur 0 ausgemessene Eimer verkaufen, so sind sie $\frac{101,6 \times 92,6}{100} = 94$ Thaler*) werth, wenn 1 Eimer Alkohol bei der Normaltemperatur einen Thaler kostet.

Sind aber die 100 Eimer Spiritus bei + 20° R. gemessen worden, so betragen diese 100 Eimer bei der Normaltemperatur nur 99 Eimer, denn das Raumverhältniss desselben Spiritus ist bei + 20° R. 1,2243; sie kosten also nur $\frac{99 \times 92,6}{100} = 91,6$ Thaler.

Man sieht also, dass der Preis von 100 Eimern desselben Spiritus von 94 bis 91²/₃ Thalern variirt, wenn man sie erst bei 0° und dann bei + 20° abmisst.

Um diese Rechnung zu erleichtern, ist die Tafel II berechnete worden.

Da ein Spiritus von 92,6 %, sowie ein Spiritus von 94 % bezahlt wird, wenn man die Messung bei der Temperatur 0° vornimmt, so hat man nur 1,4 % zu dem auf die Normaltemperatur reducirten Procentgehalt hinzu zu addiren, um den Procentgehalt zu finden, für den bezahlt wird, wenn der Spiritus bei

*) Genauer 94,08 Thaler.

der Temperatur 0° abgemessen worden ist. Ebenso wird von dem auf die Normaltemperatur reducirten Procentgehalt der Flüssigkeit 0,9 % abgezogen, um den Procentgehalt zu haben, nach dem der Preis des Spiritus bei 20° R. berechnet wird. Man kann also eine Tafel berechnen, in welcher für jede Temperatur und für jede Stärke, d. h. für jeden Procentgehalt bei der Normaltemperatur derjenige Procentgehalt angegeben ist, nach welchem der Preis berechnet wird. Das ist eben die Tafel III.

Es seien R und R_t die Raumverhältnisse irgend einer weingeistigen Flüssigkeit bei der Normaltemperatur und bei der Temperatur t , N aber die Stärke derselben oder ihr Procentgehalt bei der Normaltemperatur, so ist

$$\frac{N \cdot R}{R_t}$$

die verlangte Grösse, nach welcher der Preis der Flüssigkeit berechnet wird.

Das metallische Alkoholometer mit Anhängengewichten und gleichmässiger Theilung.

Das gläserne Alkoholometer hat manche Unbequemlichkeit, und ist wegen der Schwierigkeit, vollkommen cylindrische Glasröhren herzustellen, unvermeidlichen Fehlern unterworfen.

Die Unbequemlichkeiten des gläsernen Alkoholometers bestehen hauptsächlich in seiner Zerbrechlichkeit — und in der Leichtigkeit, mit welcher es verfälscht werden kann.

Da es aus freier Hand gemacht wird, so kann es keine vollkommen regelmässige Form haben, und deshalb sind kleine Aenderungen, die man an demselben vorgenommen hat, nicht leicht bemerkbar. Man kann z. B. das Volumen des mittlern Cylinders vermehren, indem man denselben mit Vorsicht der Flamme einer Glasbläser-Lampe aussetzt: das Glas erweicht sich alsdann, und da sich die in den Cylinder eingeschlossene Luft zugleich ausdehnt, so bläst sich der Cylinder auf, und zeigt forthin immer niedrigere Procentgehalte an, so dass ein solches Alkoholometer die Branntweinsteuer, die nach dem Procentgehalt genommen wird, sehr beeinträchtigen, dem Fabrikanten also grossen Vortheil bringen kann. Wird diese Operation mit Vorsicht und Geschicklichkeit gemacht, so ist an dem Alkoholometer äusserlich nichts zu bemerken, und geht es nicht bis 0 % hinab, so kann es auch durch Eintauchen in Wasser nicht verificirt werden.

Erweicht man dagegen das obere Ende des Alkoholometers und erwärmt zugleich den mittleren Cylinder, so öffnet sich das Ende, man kann die papierne Theilung verrücken, z. B. etwas niedriger herablassen, und dann das Alkoholometer wieder schliessen; alsdann wird das Alkoholometer immer mehr Procente zeigen, als es sollte, für den Verkäufer also besonders vortheilhaft sein. Wenn die Theilung mit Siegellack oder irgend einer andern in mässiger

Hitze schmelzenden Substanz angeklebt wurde, so braucht man die Stelle, wo die Theilung befestigt ist, nur ein wenig zu erwärmen; man kann alsdann der Theilung nach Willkür durch Klopfen eine höhere oder niedrigere Stellung geben. Diese Operationen ändern das Gewicht des Alkoholometers nicht; die Verification des Gewichts des Alkoholometers, welches auf dem Alkoholometer selbst oder dem begleitenden Aichungsscheine angegeben ist, zeigt also diese Defraudation nicht an.

Es geschieht auch zuweilen, dass sich die Theilung mit der Zeit von selbst ablöst, und beim ersten Stoss, den das Alkoholometer zufällig erhält, eine niedrigere oder höhere Stellung bekommt; so dass das Alkoholometer ganz ohne Zuthun des Fabrikanten falsch wird. Auch könnte es wohl sein, dass das Volumen des mittlern Cylinders eines eben aus frisch gezogenen Röhren hergestellten Alkoholometers in der ersten Zeit abnimmt, so wie die Kugel eines eben verfertigten Thermometers auch in den ersten Monaten kleiner wird, weil das Glas, welches eben geblasen wurde, und sich plötzlich abkühlt, lange Zeit, ja mehrere Monate braucht, um eine definitive Form anzunehmen.*)

Dem metallischen Alkoholometer kann man eine so regelmässige Form geben, dass jeder Versuch, das Volumen des mittlern Cylinders zu ändern, gleich bemerkt werden würde. Die mittlern Cylinder oder Kugeln des metallischen Alkoholometers werden über Formen ausgeschlagen, die immer dieselben bleiben; allen übrigen Theilen desselben kann man ebenfalls eine vollkommen regelmässige und immer dieselbe Form geben. Wollte man eine solche Kugel oder einen solchen Cylinder zusammendrücken, so würden die Spuren einer solchen Gewaltthat gleich äusserlich bemerkbar sein. Sind die Alkoholometer nun gar vergoldet, wie es fast ziemlich allgemein geschieht, so kann man mit der Feile nichts an ihnen thun, was nicht sogleich bemerkt würde. Eine solche durch Anfeilen hervorgebrachte Defraudation wird noch leichter entdeckt, wenn das Alkoholometer aus einem weissen Metall, z. B. Silber oder Argentan gemacht und mit einer dünnen Schicht Gold überzogen wird (oder wenn man Kupfer mit Nickel oder mit Silber überzieht); der geringste Feilstrich entblösst sogleich das weisse Metall, welches unter dem Golde hervortritt.

Es versteht sich von selbst, dass das Gewicht, welches das untere Ende des Alkoholometers bildet, nicht abzuschrauben sein muss; man könnte in diesem Falle leicht ein Schrotkörnchen hineinstecken, welches das Gewicht des Alkoholometers vermehren, mithin alle Angaben desselben erhöhen würde. Ein auf diese Art verfälschtes Alkoholometer wäre für den Verkäufer sehr

*) Man hat die Volumabnahme der frisch geblasenen Thermometerkugel auch durch den Druck äusserer Luft erklären wollen, aber die Zusammendrückbarkeit des Glases ist so gering, dass diese Ursache wohl nicht ein so grosses Resultat hervorbringen könnte; es ist wohl glaublicher, dass wir es hier mit einer Molecularerscheinung zu thun haben, die im Glase selbst vorgeht.

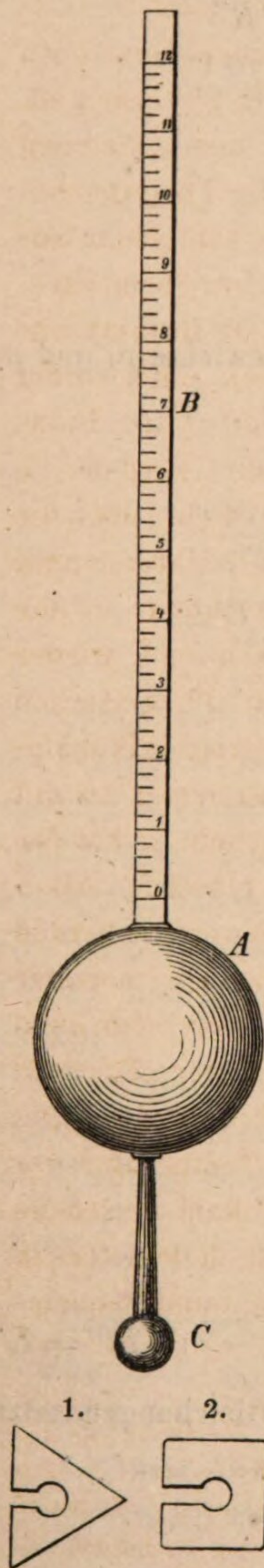
vortheilhaft. *) Es ist aber leicht, dieser Defraudation zuvorzukommen, indem man bei der Verfertigung von Alkoholometern alle Schrauben vermeidet, oder, wenn sie nicht zu vermeiden sind, sie durch Löthung so verniethet, dass man sie nicht losschrauben kann.

Man führt gewöhnlich zum Vortheil des gläsernen Alkoholometers an, dass er keine Beulen bekommen und auch nicht verbogen werden kann, weil er keine äussere Gewaltthätigkeit aushält, sondern bricht, wodurch der Beamte gezwungen wird, ein andres frisches Alkoholometer zu nehmen, wenn das alte unbrauchbar geworden ist; dass hingegen ein metallisches Alkoholometer noch immer gebraucht werden kann, wenn es auch längst unrichtig geworden ist. Doch dieser Umstand kann auch, ja selbst viel leichter, bei dem gläsernen Alkoholometer eintreten, wenn z. B. der Kitt, mit welchem die Theilung befestigt ist, sich loslöst und dieselbe ihre Lage verändert, was sehr lange unbemerkt bleiben kann, zumal wenn man ein Interesse hat, es nicht zu bemerken. Die Alkoholometer, welche den Beamten der Krone dienen, die Branntweinsteuer zu erheben, müssten ebenso einer jährlichen Revision unterworfen werden, wie die Gewichte und Maasse, die man im Handel und in der Industrie braucht. Sollte eine solche jährliche Revision eingeführt werden, so würden die metallenen Alkoholometer wieder einen Vorzug mehr über die gläsernen gewinnen; die metallenen lassen sich nicht nur viel leichter transportiren, z. B. ohne Gefahr durch die Post nach dem Orte übersenden, wo die Verification vorgenommen werden soll, sondern sie lassen sich auch wieder richtig machen, wenn sie falsch geworden sind, da hingegen die gläsernen grösstentheils weggeworfen werden müssen. Obgleich die gläsernen Alkoholometer den Vortheil vor den metallenen haben, dass ihre Thermometer so mit ihnen verbunden sind, dass sie zugleich in die Flüssigkeit tauchen, so hat das doch den Uebelstand, dass, wenn das Thermometer an einem gläsernen Alkoholometer schadhaft geworden ist, das ganze Instrument verworfen werden muss; bei dem metallischen hingegen ist in diesem Fall nur das Thermometer zu erneuern, welches gerade der billigste Theil des Instruments ist. Man kann auch wohl noch den Umstand anführen, dass die Thermometer der gläsernen Alkoholometer, deren Kugel allein von der Flüssigkeit berührt wird, deren Scale aber derselben ganz unzulänglich ist, nicht sobald die Temperatur der Flüssigkeit annehmen, als der abgesonderte mit metallener Skale versehene Thermometer. — Das wären die Vorzüge des metallischen Alkoholometers in administrativer Hinsicht; in Hinsicht der Genauigkeit, Sicherheit und Bequemlichkeit sind sie auch den gläsernen bei weitem vorzuziehen.

*) Diese Verfälschung ist um so gefährlicher, weil man die Richtigkeit des Alkoholometers, so oft man es will, wiederherstellen kann, indem man das Schrotkörnchen wieder herausnimmt, so dass der verificirende Beamte nichts merkt; ja man kann das Alkoholometer des Beamten, von dessen Richtigkeit er sich überzeugt hat, vorübergehend unrichtig machen, ohne dass der Beamte eine Ahnung davon hat, wenn er sein Alkoholometer nicht immerfort bei sich trägt.

Der Stiel der gläsernen Alkoholometer ist immer cylindrisch, weil das die einzige Form ist, die man aus Glas mit einiger Genauigkeit herstellen kann; den Stiel der metallischen kann man sowohl cylindrisch als auch vierkantig machen, und zwar mit grosser Genauigkeit, weil man ihn durch ein rundes oder vierkantiges Loch ziehen kann. Wenn aber der Stiel viereckig ist, so sind die Striche und Zahlen viel besser zu sehen.

Fig. 12.



Man giebt auch gewöhnlich den metallischen Alkoholometern kleine Dimensionen, indem man Anhängewichte in Anwendung bringt. Man giebt z. B. dem Stiel des Alkoholometers eine Länge von 7 bis 8 Centimeter, und giebt dem Körper wie dem Stiel solche Dimensionen, dass er in Alkohol bis zum obersten Ende des Stiels hineinsinkt, und in Spiritus von 90 % bis zum untersten Ende; man bemerkt diese beiden Punkte und theilt die Entfernung zwischen denselben in eine gewisse Anzahl gleicher Theile und Grade; z. B. 120; man schreibt am obersten Striche 120 und am untersten 0. Ist diese erste Operation beendigt, so beschwert man das Alkoholometer an seinem untern Ende (siehe Fig. 12) mit einem Anhängewicht Nr. 1 und regulirt dies so, dass das Alkoholometer mit demselben beschwert bis 120° hinabsinkt; hierauf macht man eine weingeistige Mischung, in welcher das Alkoholometer mit demselben Gewicht beschwert bloss bis 0° einsinkt. Alsdann nimmt man das Anhängewicht Nr. 1 ab und ersetzt es durch ein zweites Anhängewicht Nr. 2, mit welchem beschwert das Alkoholometer wieder bis 120° hinabsinkt. Nun macht man eine dritte Mischung, in welcher das Alkoholometer mit dem Gewicht Nr. 2 beschwert, bis 0 hinabsinkt, und fährt so fort, bis man die niedrigste Branntweinsorte erreicht hat. Es versteht sich von selbst, dass alle diese Regulirungen bei der Normaltemperatur gemacht werden müssen. *)

Es sei nun P das Gewicht des Alkoholometers, V das Gewicht des Wassers, welches es verdrängt, wenn er bis 0° eingetaucht ist, v das Gewicht des Wassers, welches der Stiel zwischen 0° und 120° verdrängt, endlich p_1 und p_2 die beiden Anhängengewichte Nr. 1 und Nr. 2, r

*) Man kann den Stiel des Alkoholometers mit Anhängengewichten nicht unmittelbar in Procente theilen, da dasselbe für jedes Gewicht eine besondere Theilung haben müsste; deshalb theilt man den Stiel in gleiche Theile. Dies erleichtert nebenbei noch beträchtlich die Ausführung des Alkoholometers.

das Raumverhältniss des Metalls, aus dem diese Gewichte gemacht sind, und R, R', R'' und R''' die Raumverhältnisse der Mischungen, in welchen das Alkoholometer ohne oder mit den Anhängengewichten abwechselnd bis 0 und 120° einsinkt — so haben wir für den Fall, wo das Alkoholometer in der Flüssigkeit schwimmt, vermöge des Gesetzes des Gleichgewichts der schwimmenden Körper:

$$\begin{array}{l|l} PR = V + v \text{ oder } P = \frac{V + v}{R} & P + p_2 = \frac{V + v + p_2 r}{R''} \\ PR' = V \text{ oder } P = \frac{V}{R'} & P + p_2 = \frac{V + p_2 r}{R'''} \\ P + p_1 = \frac{V + v + p_1 r}{R'} & \\ P + p_1 = \frac{V + p_1 r}{R''} & \end{array}$$

Da es erlaubt ist, $P = 1$ zu setzen, wenn man die Gewichte p_1 und p_2 auf P als Gewichtseinheit bezieht, so hat man

$$\begin{array}{l|l} V = R; V + v = R; v = R - R' & \\ 1 + p_1 = \frac{R + p_1 r}{R'} & 1 + p_2 = \frac{R + p_2 r}{R''} \\ 1 + p_1 = \frac{R' + p_1 r}{R''} & 1 + p_2 = \frac{R' + p_2 r}{R'''} \end{array}$$

und hieraus

$$\begin{array}{l|l} p_1 = \frac{R - R'}{R' - r} & p_2 = \frac{R - R''}{R'' - r} \\ p_1 = \frac{R' - R''}{R'' - r} & p_2 = \frac{R' - R'''}{R''' - r} \end{array}$$

Aus diesen Gleichungen erhält man zuerst

$$\frac{R - R'}{R' - r} = \frac{R' - R''}{R'' - r}$$

und

$$\frac{R - R''}{R'' - r} = \frac{R' - R'''}{R''' - r}$$

aus welchen man durch Elimination erhält

$$R' = r + \sqrt[3]{(R - r)^2(R'' - r)}; R'' = r + \sqrt[3]{(R - r)(R''' - r)^2}; R''' = R''$$

Wenn man diese Werthe R' und R'' in die obigen Gleichungen setzt, welche die Werthe von p_1 und p_2 geben, so erhält man

$$p_1 = \sqrt[3]{\frac{R - r}{R''' - r}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt[n+1]{\frac{(R - r)^2}{(R''' - r)^2}} - 1$$

Diese Gleichungen kann man auch unter folgende allgemeine Form bringen:

$$R' = r + \sqrt[n+1]{(R - r)^n (R^m - r)}$$

$$R'' = r + \sqrt[n+1]{(R - r)^{n-1} (R^m - r)^2}$$

$$R''' = r + \sqrt[n+1]{(R - r)^{n-2} (R^m - r)^3}$$

u. s. w.

$$p_1 = \sqrt[n+1]{\frac{(R - r)}{(R^m - r)}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt[n+1]{\frac{(R - r)^2}{(R^m - r)^2}} - 1$$

$$p_3 = \sqrt[n+1]{\frac{(R - r)^3}{(R^m - r)^3}} - 1$$

u. s. w.

wo n die Anzahl der Gewichte bedeutet, R^m aber das Raumverhältniss derjenigen Flüssigkeit ist, in welcher das Alkoholometer mit dem Gewichte p_n bis 0 einsinkt; m ist aber kein Exponent wie n , sondern die Ordnungszahl des Raumverhältnisses. Sind die stärkste und die schwächste Flüssigkeit Alkohol und Wasser, so haben wir $R = 1,2585$ und $R^m = 1$; diese Werthe in die obigen Gleichungen substituirt, geben ohne Schwierigkeit die Werthe von R' , R'' , R''' etc. und eben so von p_1 , p_2 , p_3 etc. für jede beliebige Anzahl von Gewichten.

Man kann noch ein $(n+1)$ tes Gewicht hinzufügen, mit welchem das Alkoholometer in der Flüssigkeit, deren Raumverhältniss R^m ist, bis zum obern Ende der Theilung einsinkt; bezeichnet man dieses mit p_m , so hat man offenbar

$$p_m = \frac{R - r}{R^m - r} - 1.$$

Hier ist noch zu bemerken, dass wenn die Raumverhältnisse der Anhängewichte sich ein wenig ändern, das keinen bemerkbaren Einfluss auf die Werthe von R' , R'' , R''' etc. hat, wohl aber auf die Werthe von p_1 , p_2 , p_3 etc.

Will man nicht mit der Flüssigkeit anfangen, deren Raumverhältniss R ist, sondern mit der, deren Raumverhältniss R' ist, so hat man

$$(R' - r)^{n+1} = (R - r)^n (R^m - r)$$

wovon

$$(R - r) = \frac{(R' - r)^{\frac{n+1}{n}}}{(R^m - r)^{\frac{1}{n}}}$$

Substituirt man den Werth von R in die übrigen Gleichungen, so erhält man

$$R'' = r + \sqrt[n]{(R' - r)^{(n-1)} \cdot (R^m - r)}$$

$$R''' = r + \sqrt[n]{(R' - r)^{(n-2)} \cdot (R^m - r)^2}$$

$$R^{IV} = r + \sqrt[n]{(R' - r)^{(n-3)} \cdot (R^m - r)^3}$$

u. s. f.

und auf dieselbe Art

$$p_1 = \sqrt[n]{\frac{(R' - r)}{(R^m - r)}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt[n]{\frac{(R' - r)^2}{(R^m - r)^2}} - 1$$

$$p_3 = \sqrt[n]{\frac{(R' - r)^3}{(R^m - r)^3}} - 1$$

u. s. f.

Diese Formeln dienen in dem Falle, der zuweilen vorkommt, wie wir weiterhin sehen werden, wo man den Alkoholometer nicht ohne Anhängengewicht brauchen will.

Diesen Formeln kann man auch diejenige hinzufügen, welche den Werth von R giebt, welcher eintritt, wenn das Anhängengewicht p_1 abgenommen ist, und wenn der Alkoholometer in diesem Zustande bis zum oberen Ende der Theilung einsinkt:

$$R = r + \sqrt[n]{\frac{(R' - r)^{n+1}}{(R^m - r)}}$$

Die Empfindlichkeit des Alkoholometers ist desto grösser, je grösser die Anzahl der Gewichte ist. Das folgende Beispiel zeigt, wie zu verfahren ist. Wir wollen annehmen, dass wir 3 Gewichte brauchen wollen, also $n = 3$ haben; alsdann ist:

$$R' = r + \sqrt[4]{(R - r)^3 (R^{IV} - r)}$$

$$R'' = r + \sqrt[4]{(R - r)^2 (R^{IV} - r)^2}$$

$$R''' = r + \sqrt[4]{(R - r) \cdot (R^{IV} - r)^3}$$

$$R^{IV} = R^{IV}$$

$$p_1 = \sqrt[4]{\frac{(R - r)}{R^{\text{IV}} - r}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt{\frac{(R - r)}{(R^{\text{IV}} - r)}} - 1$$

$$p_3 = \sqrt[4]{\left(\frac{R - r}{R^{\text{IV}} - r}\right)^3} - 1.$$

Es sei $R^{\text{IV}} = 1$ und das spec. Gewicht des Messings, aus welchem die Gewichte gemacht sind, 8,40 also $r = 0,1191$.

Man findet nun leicht aus den obigen Formeln die Werthe von R', R'', R''' — p_1, p_2 und p_3 , indem man $R = 1,2585$; $R^{\text{IV}} = 1$, $r = 0,1191$ setzt.

$$R' = 1,1875$$

$$R'' = 1,1209$$

$$R''' = 1,0585$$

$$p_1 = 0,0665$$

$$p_2 = 0,1373$$

$$p_3 = 0,2129$$

Vergleicht man die Werthe von R', R'' etc. mit den in der Tabelle pag. 4 enthaltenen Werthen der Raumverhältnisse der verschiedenen Spiritussorten, so findet man leicht, dass

$$R' = 1,1875 \text{ dem Procentgehalt } 87,5\% \text{ entspricht}$$

$$R'' = 1,1209 \quad " \quad " \quad 69,2\% \quad "$$

$$R''' = 1,0585 \quad " \quad " \quad 44,3\% \quad "$$

Theilt man den Stiel in 60 statt in 120 gleiche Theile, so haben wir für die Werthe, die zwischen R und R' , R' und R'' , R'' und R''' , R''' und R^{IV} liegen, ebenfalls gleichmässig fortschreitende Werthe; wir brauchen also nur das Intervall von R und R' , d. h. 0,0710 in 60 Theile zu theilen, um die Grösse zu haben, um welche die Werthe von R sich verändern, indem das Alkoholo-meter ohne Gewicht vom untern bis zum obern Ende der Theilung herabsinkt.

Ebenso ist es mit den Werthen, die zwischen R' und R'' liegen, und so fort für alle übrigen. So ist es leicht, folgende Tabelle zu berechnen.

Grade.	Ohne Gewicht.		Gewicht No. 1.		Gewicht No. 2.		Gewicht No. 3.	
	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%
60	1.2585	100.0	1.1875	87.5	1.1209	69.2	1.0585	44.3
59	1.2573	99.9	1.1864	87.2	1.1199	68.8	1.0575	43.8
58	1.2561	99.7	1.1853	87.0	1.1188	68.5	1.0566	43.3
57	1.2550	99.6	1.1842	86.7	1.1178	68.1	1.0558	42.9
56	1.2538	99.4	1.1831	86.5	1.1167	67.7	1.0546	42.3
55	1.2526	99.2	1.1820	86.2	1.1157	67.4	1.0536	41.8
54	1.2514	99.1	1.1808	85.9	1.1146	67.0	1.0527	41.2
53	1.2502	98.9	1.1797	85.6	1.1136	66.7	1.0517	40.7
52	1.2490	98.8	1.1786	85.4	1.1126	66.4	1.0507	40.1
51	1.2479	98.6	1.1775	85.1	1.1115	66.0	1.0497	39.5
50	1.2467	98.4	1.1764	84.9	1.1105	65.7	1.0488	39.0
49	1.2455	98.3	1.1753	84.6	1.1095	65.3	1.0478	38.4
48	1.2443	98.1	1.1742	84.3	1.1084	65.0	1.0468	37.8
47	1.2431	97.9	1.1731	84.0	1.1074	64.6	1.0458	37.2
46	1.2419	97.7	1.1720	83.8	1.1063	64.2	1.0449	36.6
45	1.2408	97.6	1.1709	83.5	1.1053	63.9	1.0439	36.0
44	1.2396	97.4	1.1697	83.2	1.1043	63.5	1.0429	35.3
43	1.2384	97.2	1.1686	82.9	1.1032	63.1	1.0419	34.6
42	1.2372	97.0	1.1675	82.6	1.1022	62.8	1.0410	34.0
41	1.2360	96.8	1.1664	82.4	1.1011	62.4	1.0400	33.2
40	1.2348	96.7	1.1653	82.1	1.1001	62.0	1.0390	32.5
39	1.2336	96.5	1.1642	81.8	1.0991	61.6	1.0380	31.8
38	1.2325	96.3	1.1631	81.5	1.0980	61.2	1.0371	31.1
37	1.2313	96.1	1.1620	81.2	1.0970	60.8	1.0361	30.3
36	1.2301	95.9	1.1609	80.9	1.0959	60.4	1.0351	29.5
35	1.2289	95.7	1.1597	80.6	1.0949	60.0	1.0341	28.6
34	1.2277	95.4	1.1586	80.3	1.0939	59.6	1.0331	27.5
33	1.2266	95.1	1.1575	80.0	1.0928	59.2	1.0322	27.0
32	1.2254	94.9	1.1564	79.7	1.0918	58.9	1.0312	26.1
31	1.2242	94.7	1.1553	79.4	1.0908	58.5	1.0302	25.2
30	1.2230	94.7	1.1542	79.0	1.0897	58.0	1.0293	24.4
29	1.2218	94.4	1.1531	78.7	1.0887	57.7	1.0283	23.4
28	1.2206	94.2	1.1520	78.5	1.0876	57.3	1.0273	22.5
27	1.2195	94.0	1.1509	78.2	1.0866	56.9	1.0263	21.6
26	1.2183	93.8	1.1498	77.9	1.0855	56.4	1.0254	20.8
25	1.2171	93.6	1.1487	77.5	1.0845	56.0	1.0244	19.8
24	1.2159	93.3	1.1475	77.2	1.0835	55.6	1.0234	18.9
23	1.2147	93.1	1.1464	76.9	1.0824	55.2	1.0224	17.9
22	1.2135	92.9	1.1453	76.6	1.0814	54.8	1.0215	17.0
21	1.2124	92.7	1.1442	76.3	1.0803	54.3	1.0205	16.1
20	1.2112	92.4	1.1431	75.9	1.0793	53.9	1.0195	15.2
19	1.2100	92.2	1.1420	75.6	1.0782	53.4	1.0185	14.3
18	1.2088	92.0	1.1409	75.3	1.0772	53.0	1.0176	13.4
17	1.2076	91.7	1.1398	75.0	1.0762	52.6	1.0166	12.6
16	1.2064	91.5	1.1387	74.7	1.0751	52.1	1.0156	11.7
15	1.2053	91.3	1.1376	74.3	1.0741	51.7	1.0146	10.8
14	1.2041	91.0	1.1364	74.0	1.0731	51.2	1.0137	10.1
13	1.2029	90.8	1.1353	73.6	1.0720	50.7	1.0127	9.3
12	1.2017	90.5	1.1342	73.3	1.0710	50.3	1.0117	8.5
11	1.2005	90.3	1.1331	73.0	1.0699	49.8	1.0107	7.7
10	1.1993	90.0	1.1320	72.7	1.0689	49.4	1.0098	6.9
9	1.1981	89.8	1.1309	72.3	1.0679	48.9	1.0088	6.2
8	1.1970	89.6	1.1298	72.0	1.0668	48.4	1.0078	5.4
7	1.1958	89.3	1.1287	71.6	1.0658	47.9	1.0068	4.7
6	1.1946	89.1	1.1276	71.3	1.0647	47.4	1.0059	4.1
5	1.1934	88.8	1.1265	70.9	1.0637	46.9	1.0049	3.4
4	1.1922	88.5	1.1253	70.5	1.0627	46.4	1.0039	2.6
3	1.1911	88.3	1.1242	70.2	1.0616	45.9	1.0029	1.9
2	1.1899	88.0	1.1231	69.8	1.0606	45.4	1.0020	1.3
1	1.1887	87.8	1.1220	69.5	1.0595	44.8	1.0010	0.7
0	1.1875	87.5	1.1209	69.2	1.0585	44.3	1.0000	0.0

Man kann noch andere Bedingungen zu den obigen Bedingungen hinzufügen.

Es sei z. B. unsere Aufgabe, ein Alkoholometer zu construiren, welches nur zwei Hülfs Gewichte hat und welches mit dem Gewicht $p_1 + p_2$ in Wasser bis 0 hineinsinkt. Wir haben alsdann

$$\begin{aligned} R' &= r + \sqrt[3]{(R - r)^2 (R''' - r)} \\ R'' &= r + \sqrt[3]{(R - r) (R''' - r)^2} \\ p_1 &= \sqrt[3]{\frac{(R - r)}{(R''' - r)}} - 1 \\ p_2 &= \sqrt[3]{\frac{(R - r)^2}{(R''' - r)^2}} - 1 \end{aligned}$$

und da das Alkoholometer mit dem Gewichte $p_1 + p_2$ in Wasser bis 0 hineinsinken soll:

$$\begin{aligned} 1 + p_1 + p_2 &= V + (p_1 + p_2) r \\ &= R' + (p_1 + p_2) r \\ &= r + \sqrt[3]{(R - r)^2 (R''' - r)} + (p_1 + p_2) r \\ \text{oder } p_1 + p_2 &= \frac{\sqrt[3]{(R - r)^2 (R''' - r)}}{1 - r} - 1 \end{aligned}$$

Da nun aber auch

$$p_1 + p_2 = \sqrt[3]{\frac{(R - r)}{(R''' - r)}} + \sqrt[3]{\frac{(R - r)^2}{(R''' - r)^2}} - 2$$

sein soll, so erhält man, indem man $R - r = a$; $R''' - r = b$ setzt,

$$\frac{a^{1/3}}{b^{1/3}} + \frac{a^{2/3}}{b^{2/3}} - 1 = \frac{a^{2/3} b^{1/3}}{1 - r}$$

Setzt man ferner $\left(\frac{a}{b}\right)^{1/3} = x$, so hat man: $x^3 + x^2 - x = \frac{a}{1 - r}$

Diese cubische Gleichung lässt sich numerisch auflösen nach der Cardanischen Regel. Es sei $R = 1,25850$; $r = 0,11905$; also $R - r = a = 1,13940$, so findet man $x = 1,06857$, also $b = 0,93387$, woraus $R''' = 1,05292$ oder 41,35% und hieraus

$$\begin{aligned} R' &= 1,1854 \quad \text{oder} \quad 87,0\% \\ R'' &= 1,1169 \quad \quad \quad 67,8\% \\ p_1 &= 0,0685 \\ p_2 &= 0,1415 \\ p_1 + p_2 &= 0,2100 \end{aligned}$$

Mit diesen Werthen ist es leicht, folgende Tabelle zu berechnen:

Grade.	Ohne Gewicht.		Gewicht No. 1.		Gewicht No. 2.		Gewicht No. 1 + No. 2.	
	Raum- verhältniss.	%	Raum- verhältniss.	%	Raum- verhältniss.	%	Raum- verhältniss.	%
60	1.2585	100.0	1.1853	87.0	1.1169	67.8	1.0606	45.4
59	1.2573	99.8	1.1842	86.7	1.1158	67.4	1.0597	44.9
58	1.2561	99.7	1.1830	86.4	1.1148	67.1	1.0587	44.4
57	1.2548	99.5	1.1819	86.2	1.1137	66.7	1.0577	43.9
56	1.2536	99.4	1.1807	85.9	1.1126	66.4	1.0567	43.4
55	1.2524	99.2	1.1796	85.6	1.1116	66.0	1.0557	42.9
54	1.2512	99.1	1.1785	85.4	1.1105	65.7	1.0546	42.3
53	1.2500	98.9	1.1773	85.1	1.1094	65.3	1.0536	41.8
52	1.2487	98.7	1.1762	84.8	1.1083	64.9	1.0526	41.2
51	1.2475	98.5	1.1750	84.5	1.1073	64.6	1.0516	40.6
50	1.2463	98.4	1.1739	84.2	1.1062	64.2	1.0506	40.0
49	1.2451	98.2	1.1728	84.0	1.1051	63.8	1.0496	39.5
48	1.2439	98.0	1.1716	83.7	1.1040	63.4	1.0486	38.9
47	1.2426	97.8	1.1705	83.4	1.1030	63.0	1.0476	38.3
46	1.2414	97.7	1.1693	83.1	1.1019	62.6	1.0466	37.7
45	1.2402	97.5	1.1682	82.8	1.1009	62.3	1.0456	37.1
44	1.2390	97.3	1.1671	82.5	1.0998	61.9	1.0445	36.4
43	1.2378	97.1	1.1660	82.2	1.0987	61.5	1.0435	35.7
42	1.2365	96.9	1.1649	82.0	1.0976	61.0	1.0425	35.0
41	1.2353	96.7	1.1637	81.6	1.0966	60.7	1.0415	34.3
40	1.2341	96.5	1.1626	81.4	1.0955	60.3	1.0405	33.6
39	1.2329	96.3	1.1615	81.1	1.0944	59.8	1.0395	32.9
38	1.2317	96.2	1.1603	80.7	1.0934	59.5	1.0385	32.1
37	1.2304	95.9	1.1592	80.4	1.0923	59.1	1.0375	31.4
36	1.2292	95.7	1.1580	80.1	1.0912	58.6	1.0365	30.6
35	1.2280	95.5	1.1570	79.8	1.0902	58.2	1.0355	29.8
34	1.2268	95.3	1.1558	79.5	1.0891	57.8	1.0344	28.9
33	1.2256	95.1	1.1547	79.2	1.0880	57.4	1.0334	28.0
32	1.2243	94.9	1.1535	78.9	1.0869	57.0	1.0324	27.2
31	1.2231	94.7	1.1524	78.6	1.0859	56.6	1.0314	26.2
30	1.2219	94.5	1.1513	78.3	1.0848	56.1	1.0304	25.4
29	1.2207	94.2	1.1501	77.9	1.0837	55.7	1.0294	24.5
28	1.2195	94.0	1.1490	77.6	1.0827	55.3	1.0284	23.5
27	1.2183	93.8	1.1478	77.3	1.0816	54.8	1.0274	22.6
26	1.2171	93.6	1.1467	77.0	1.0805	54.4	1.0264	21.7
25	1.2158	93.3	1.1456	76.7	1.0795	54.0	1.0254	20.8
24	1.2146	93.1	1.1444	76.3	1.0784	53.5	1.0243	19.7
23	1.2134	92.9	1.1433	76.0	1.0773	53.0	1.0233	18.8
22	1.2121	92.6	1.1422	75.7	1.0762	52.6	1.0223	17.8
21	1.2109	92.4	1.1410	75.3	1.0752	52.1	1.0213	16.9
20	1.2097	92.2	1.1400	75.0	1.0741	51.6	1.0203	15.9
19	1.2084	91.9	1.1387	74.7	1.0730	51.2	1.0193	15.0
18	1.2073	91.7	1.1376	74.3	1.0720	50.7	1.0183	14.1
17	1.2060	91.4	1.1364	74.0	1.0709	50.2	1.0173	13.2
16	1.2048	91.2	1.1353	73.7	1.0698	49.8	1.0163	12.3
15	1.2036	90.9	1.1341	73.3	1.0688	49.3	1.0153	11.4
14	1.2024	90.7	1.1330	72.9	1.0677	48.8	1.0142	10.5
13	1.2012	90.4	1.1319	72.6	1.0666	48.3	1.0132	9.7
12	1.1999	90.1	1.1307	72.2	1.0655	47.8	1.0122	8.9
11	1.1989	89.9	1.1296	71.9	1.0645	47.3	1.0112	8.1
10	1.1975	89.7	1.1285	71.5	1.0634	46.8	1.0102	7.3
9	1.1963	89.4	1.1273	71.2	1.0624	46.3	1.0091	6.4
8	1.1951	89.2	1.1262	70.8	1.0613	45.7	1.0081	5.7
7	1.1938	88.9	1.1250	70.4	1.0602	45.2	1.0071	4.9
6	1.1926	88.6	1.1239	70.1	1.0592	44.7	1.0061	4.2
5	1.1914	88.4	1.1228	69.7	1.0581	44.1	1.0051	3.5
4	1.1902	88.1	1.1216	69.4	1.0570	43.5	1.0040	2.7
3	1.1890	87.8	1.1205	69.0	1.0560	43.0	1.0030	2.0
2	1.1877	87.5	1.1193	68.6	1.0549	42.5	1.0020	1.3
1	1.1865	87.3	1.1182	68.3	1.0538	41.9	1.0010	0.7
0	1.1853	87.0	1.1169	67.8	1.0527	41.2	1.0000	0.0

**Berechnung eines Alkoholometers,
welches auch für Flüssigkeiten dienen kann, deren Raum-
verhältnisse kleiner als 1 sind.**

Ich bin im Besitz eines Alkoholometers, welches von Potter in London verfertigt worden ist, vergoldet, mit 4 Anhängengewichten, welche ich sorgfältig verificirt und welchen ich noch ein 5tes hinzugefügt habe; der Stiel ist in 60 gleiche Theile oder Grade getheilt, der Nullpunkt befindet sich am untern Ende der Theilung.

Das ganze Alkoholometer wiegt 23,906 gr. Diese Grösse als Einheit genommen, wiegen

Gewicht No. 1 oder $p_1 = 0,0446$

No. 2 oder $p_2 = 0,0909$

No. 3 oder $p_3 = 0,1396$

No. 4 oder $p_4 = 0,1904$

No. 5 oder $p_5 = 0,2423$

Die Raumverhältnisse der Gewichte waren:

No. 1 $r = 0,1169$

No. 2 $r = 0,1172$

No. 3 $r = 0,1170$

No. 4 $r = 0,1169$

No. 5 $r = 0,1137$

Bezeichnet man, wie oben, das Raumverhältniss des Metalls, aus dem die Gewichte gemacht waren, mit r , so hat man für die 4 ersten Gewichte $r = 0,1170^*)$.

Da ich gerade kein Normalalkoholometer, welches bis 100% ginge, zur Hand hatte, so wurde das Alkoholometer bloss bei folgenden Punkten geprüft.

1) Ohne Anhängengewicht sank das Alkoholometer bis 0° in Spiritus von 92,0% ein.

2) Mit dem Anhängengewicht Nr. 1 beschwert, sank es in derselben Flüssigkeit bis 60° ein.

3) Mit demselben Anhängengewicht Nr. 1 beschwert, sank das Alkoholometer in Spiritus von 81,3% nur bis 0° ein.

4) Legte man an die Stelle des Gewichts Nr. 1 das Gewicht Nr. 2, so sank das Alkoholometer in demselben Spiritus bis 60° ein.

5) In Spiritus von 68,1% sank das Alkoholometer mit demselben Gewicht bis 0° ein.

*) Entspricht einem specifischen Gewichte von 8,5474.

6) Mit dem Anhängengewicht Nr. 3 sank das Alkoholometer in demselben Spiritus von 68,1 % bis 60° ein.

7) In Spiritus von 52,1 % und mit demselben Anhängengewicht Nr. 3 versehen sank das Alkoholometer nur bis 0°.

8) Mit dem Anhängengewicht Nr. 4 sank das Alkoholometer in demselben Spiritus bis 60° ein.

9) Wurde der Alkoholometer nun in Spiritus von 28,9 % gesenkt, so sank dasselbe mit demselben Gewicht Nr. 4 bis 0° ein.

Wenn man für die Procentgehalte 92,0; 81,3; 68,1; 52,1 und 28,9 die zugehörigen Raumverhältnisse aufsucht, und sie, wie immer, mit R' , R'' , R''' , R^{IV} bezeichnet, so findet man

R unbekannt

$$R' = 1,2089$$

$$R'' = 1,1624$$

$$R''' = 1,1178$$

$$R^{IV} = 1,0752$$

$$R^V = 1,0344$$

R^{VI} unbekannt.

Wenn man in den pag. 76 angeführten allgemeinen Formeln $n=5$ setzt, so erhält man

$$R^I = r + \sqrt[6]{(R - r)^5 (R^{VI} - r)}$$

$$R^{II} = r + \sqrt[6]{(R - r)^4 (R^{VI} - r)^2}$$

$$R^{III} = r + \sqrt[6]{(R - r)^3 (R^{VI} - r)^3}$$

$$R^{IV} = r + \sqrt[6]{(R - r)^2 (R^{VI} - r)^4}$$

$$R^V = r + \sqrt[6]{(R - r) (R^{VI} - r)^5}$$

$$p_1 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)}{(R^{VI} - r)}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)^2}{(R^{VI} - r)^2}} - 1$$

$$p_3 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)^3}{(R^{VI} - r)^3}} - 1$$

$$p_4 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)^4}{(R^{VI} - r)^4}} - 1$$

$$p_5 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)^5}{(R^{VI} - r)^5}} - 1$$

Wir wollen erst die Grössen R und R^{vi} bestimmen, die uns unbekannt geblieben sind.

Aus den Combinationen je zweier aufeinander folgenden Gleichungen für $R^{\text{i}}, R^{\text{ii}}, R^{\text{iii}}$ etc. findet man leicht

$$\begin{aligned}(R - r) &= \frac{(R^{\text{i}} - r)^2}{(R^{\text{ii}} - r)} \\(R - r) &= \frac{(R^{\text{ii}} - r)^3}{(R^{\text{iii}} - r)^2} \\(R - r) &= \frac{(R^{\text{iii}} - r)^4}{(R^{\text{iv}} - r)^3} \\(R - r) &= \frac{(R^{\text{iv}} - r)^5}{(R^{\text{v}} - r)^4}.\end{aligned}$$

Setzt man in diese Gleichungen für $R^{\text{i}}, R^{\text{ii}}, R^{\text{iii}}, R^{\text{iv}}$ und R^{v} die oben angegebenen Werthe, so erhält man nach einander

$$\begin{aligned}R - r &= 1,1405 \\&1,1406 \\&1,1404 \\&1,1404\end{aligned}$$

also im Mittel

$$R - r = 1,1405$$

also da $r = 0,1170$; $R = 1,2575$

oder sehr nahe 99,9%.

Um R^{vi} zu finden, haben wir

$$\begin{aligned}R^{\text{vi}} - r &= \frac{R - r}{(1 + p_1)^6} \\R^{\text{vi}} - r &= \frac{R - r}{(1 + p_2)^3} \\R^{\text{vi}} - r &= \frac{R - r}{(1 + p_3)^2} \\R^{\text{vi}} - r &= \frac{R - r}{(1 + p_4)^{3/2}} \\R^{\text{vi}} - r &= \frac{R + r}{(1 + p_5)^{6/5}}.\end{aligned}$$

Substituirt man in diese Gleichungen für p, p_1, p_2, p_3, p_4 ihre oben gefundenen Werthe und setzt $R - r = 1,1405$, so erhält man nach einander

$$\begin{aligned}R^{\text{vi}} - r &= 0,8778 \\R^{\text{vi}} - r &= 0,8785 \\R^{\text{vi}} - r &= 0,8782 \\R^{\text{vi}} - r &= 0,8781\end{aligned}$$

$$\text{Mittel} = 0,8782$$

$$\text{also } R^{\text{vi}} = 0,9952.$$

Wenn man ein 5tes Anhängengewicht so ajustirte, dass das Alkoholometer mit demselben in der letzten Flüssigkeit von 28,9% bis 60° sank, und man eine solche schwache Auflösung von Kochsalz in Wasser bereitete, dass das Alkoholometer mit dem Gewicht p_5 nur bis 0° einsank, so fand ich in der That, dass diese Flüssigkeit ein Raumverhältniss von 0,9952 hatte.

Wenn wir diese Werthe, nämlich $R = 1,2575$; $R^{VI} = 0,9952$; $r = 0,1170$ in die so eben angeführten Formeln setzen, so erhalten wir endlich

$$\begin{aligned} R^I &= 1,2089 \text{ oder } 92,0\% \\ R^{II} &= 1,1624 \text{ oder } 81,3\% \\ R^{III} &= 1,1179 \text{ oder } 68,1\% \\ R^{IV} &= 1,0753 \text{ oder } 52,1\% \\ R^V &= 1,0345 \text{ oder } 28,9\% \\ \text{und } p_1 &= 0,0445 \\ p_2 &= 0,0911 \\ p_3 &= 0,1396 \\ p_4 &= 0,1904 \\ p_5 &= 0,2434. \end{aligned}$$

Alle diese Zahlen stimmen genau mit der Beobachtung überein. Die geringen Abweichungen, die sich in den Gewichten p_2 , p_3 und besonders p_5 zeigen, erklären sich leicht aus den Verschiedenheiten ihrer Raumverhältnisse.

Wenn man z. B. in der Formel

$$p_5 = \sqrt[6]{\frac{(R - r)^5}{(R^{VI} - r)^5}}$$

für R und R^{VI} die oben gefundenen Werthe, dabei aber $r = 0,1137$ setzt, so erhält man

$$p_5 = 0,2422$$

d. h. genau den durch die Wägung gefundenen Werth.

Man kann nun noch ein sechstes Gewicht hinzufügen, nämlich p_6 , mit welchem das Alkoholometer in der Flüssigkeit, deren Raumverhältniss 0,9952 ist, bis 60° hineinsinkt.

Man findet nämlich offenbar:

$$p_6 = \frac{R - r}{R^{VI} - r}$$

$$\text{und } R^{VII} = r + \sqrt[6]{\frac{(R^{VI} - r)^7}{(R - r)}}$$

Das specifische Gewicht von No. 6 wurde gleich 8,4387 gefunden, also $r = 0,1185$, woraus

$$p_6 = 0,2992 \text{ und } R^{VII} = 0,9578.$$

Ich habe den obigen Gewichten noch 3 Gewichte hinzugefügt, nämlich p_7 , p_8 und p_9 , nach den Formeln

$$p_7 = \sqrt[6]{\left(\frac{R - r}{R^{VI} - r}\right)^7}; R^{VIII} = r + \sqrt[6]{\frac{(R^{VI} - r)^8}{(R - r)^2}}$$

$$p_8 = \sqrt[6]{\left(\frac{R - r}{R^{VI} - r}\right)^8}; R^{IX} = r + \sqrt[6]{\frac{(R^{VI} - r)^9}{(R - r)^3}}$$

$$p_9 = \sqrt[6]{\left(\frac{R - r}{R^{VI} - r}\right)^9}; R^X = r + \sqrt[6]{\frac{(R^{VI} - r)^{10}}{(R - r)^4}}$$

wobei $r = 0,1170$ gesetzt worden ist.

Man findet alsdann

$$p_7 = 0,3560$$

$$p_8 = 0,417$$

$$p_9 = 0,480.$$

Dieselben Werthe von R^{VI} in r geben

$$R^{VIII} = 0,9220$$

$$R^{IX} = 0,8877$$

$$R^X = 0,8547.$$

Diese Werthe werden vermittelst schwacher Kochsalzlösung geprüft; und diese Versuche geben folgende Gewichte

$$p_7 = 0,358$$

$$p_8 = 0,418$$

und folgende Raumverhältnisse

$$R^{VIII} = 0,9219$$

$$R^{IX} = 0,8877.$$

Es ist nun leicht, die folgende Tabelle zu berechnen, welche für die Normaltemperatur alle Raumverhältnisse giebt, die jeder einzelnen Belastung entsprechen, und die Procente an Alkohol für diejenigen Raumverhältnisse, die grösser als 1 sind, d. h. für alle Mischungen an Alkohol und Wasser; für die Raumverhältnisse, die kleiner als 1 sind, möge es genügen, zu wissen, dass

das Raumverhältniss 0,9952 dem spec. Gew. 1,0048 entspricht

"	0,9578	"	1,0441	"
"	0,9220	"	1,0846	"
"	0,8877	"	1,1265	"
"	0,8547	"	1,1699	"

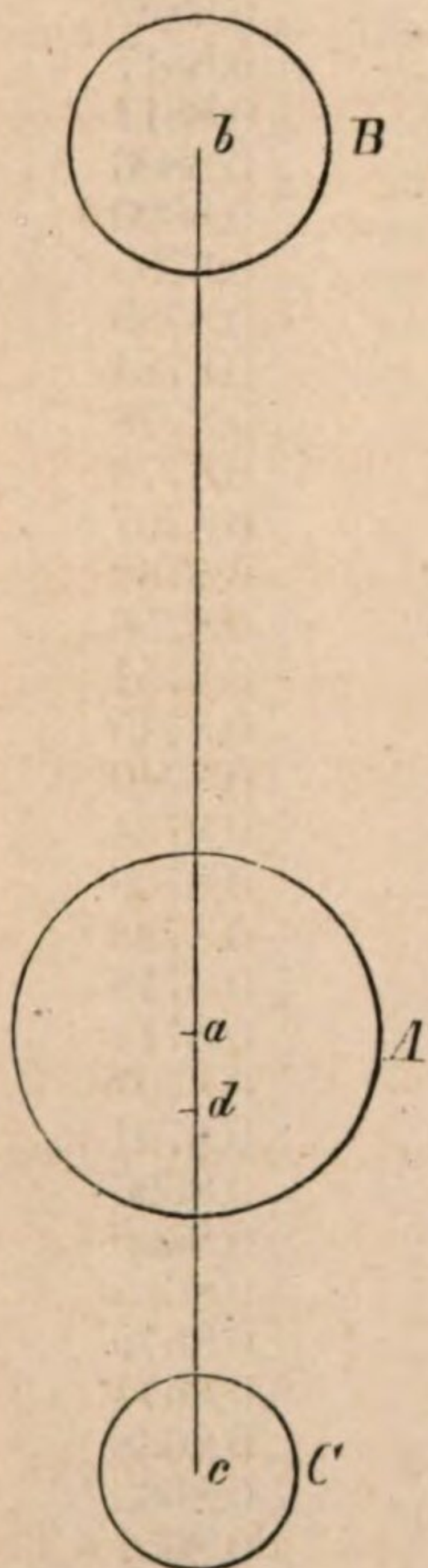
Grade des Alcoholo- meters.	Ohne Gewicht.		Gewicht No. 1.		Gewicht No. 2.		Gewicht No. 3.		Gewicht No. 4.	
	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	%
60	1.2575	99.9	1.2089	92.0	1.1624	81.3	1.1178	68.1	1.0752	52.1
59	1.2567	99.8	1.2081	91.8	1.1617	81.1	1.1171	67.9	1.0745	51.8
58	1.2559	99.7	1.2074	91.7	1.1609	80.9	1.1164	67.6	1.0738	51.5
57	1.2551	99.6	1.2066	91.5	1.1602	80.7	1.1157	67.4	1.0732	51.3
56	1.2543	99.5	1.2058	91.4	1.1594	80.5	1.1150	67.2	1.0725	51.0
55	1.2535	99.4	1.2050	91.2	1.1587	80.3	1.1143	66.9	1.0718	50.7
54	1.2526	99.2	1.2043	91.1	1.1579	80.1	1.1135	66.7	1.0711	50.4
53	1.2518	99.1	1.2035	90.9	1.1572	79.9	1.1128	66.4	1.0704	50.0
52	1.2510	99.0	1.2027	90.7	1.1565	79.7	1.1121	66.2	1.0698	49.8
51	1.2502	98.9	1.2019	90.6	1.1557	79.5	1.1114	66.0	1.0691	49.5
50	1.2494	98.8	1.2012	90.4	1.1550	79.3	1.1107	65.7	1.0684	49.1
49	1.2486	98.7	1.2004	90.3	1.1542	79.1	1.1100	65.5	1.0677	48.8
48	1.2478	98.6	1.1996	90.1	1.1535	78.9	1.1093	65.3	1.0670	48.5
47	1.2470	98.5	1.1988	89.9	1.1527	78.7	1.1086	65.0	1.0664	48.2
46	1.2462	98.4	1.1980	89.8	1.1520	78.5	1.1079	64.8	1.0657	47.9
45	1.2454	98.3	1.1973	89.6	1.1513	78.3	1.1072	64.5	1.0650	47.5
44	1.2445	98.1	1.1965	89.4	1.1505	78.0	1.1064	64.2	1.0643	47.2
43	1.2437	98.0	1.1957	89.3	1.1497	77.8	1.1057	64.0	1.0636	46.9
42	1.2429	97.9	1.1950	89.1	1.1490	77.6	1.1050	63.8	1.0630	46.6
41	1.2421	97.8	1.1942	89.0	1.1483	77.4	1.1043	63.5	1.0623	46.2
40	1.2413	97.7	1.1934	88.8	1.1475	77.2	1.1036	63.2	1.0616	45.9
39	1.2405	97.5	1.1926	88.6	1.1468	77.0	1.1029	63.0	1.0609	45.5
38	1.2397	97.4	1.1918	88.5	1.1461	76.8	1.1022	62.8	1.0602	45.2
37	1.2389	97.3	1.1911	88.3	1.1453	76.6	1.1015	62.5	1.0596	44.8
36	1.2381	97.2	1.1903	88.1	1.1446	76.4	1.1008	62.2	1.0589	44.5
35	1.2373	97.0	1.1895	87.9	1.1438	76.2	1.1001	62.0	1.0582	44.1
34	1.2364	96.9	1.1888	87.8	1.1431	75.9	1.0993	61.7	1.0575	43.8
33	1.2356	96.8	1.1880	87.6	1.1423	75.7	1.0986	61.4	1.0568	43.4
32	1.2348	96.7	1.1872	87.4	1.1416	75.5	1.0979	61.2	1.0562	43.1
31	1.2340	96.5	1.1864	87.2	1.1409	75.3	1.0972	60.9	1.0555	42.8
30	1.2332	96.4	1.1857	87.1	1.1401	75.1	1.0965	60.6	1.0548	42.4
29	1.2324	96.3	1.1849	86.9	1.1394	74.9	1.0958	60.4	1.0541	42.0
28	1.2316	96.1	1.1841	86.7	1.1386	74.6	1.0951	60.1	1.0534	41.6
27	1.2308	96.0	1.1833	86.5	1.1379	74.4	1.0944	59.8	1.0528	41.3
26	1.2300	95.9	1.1826	86.3	1.1371	74.2	1.0937	59.6	1.0521	40.9
25	1.2292	95.7	1.1818	86.1	1.1364	74.0	1.0930	59.3	1.0514	40.5
24	1.2283	95.6	1.1810	86.0	1.1356	73.7	1.0922	59.0	1.0507	40.1
23	1.2275	95.5	1.1802	85.8	1.1349	73.5	1.0915	58.7	1.0500	39.7
22	1.2267	95.3	1.1795	85.6	1.1342	73.3	1.0908	58.5	1.0494	39.4
21	1.2259	95.2	1.1787	85.4	1.1334	73.1	1.0901	58.2	1.0487	39.0
20	1.2251	95.0	1.1779	85.2	1.1327	72.9	1.0894	57.9	1.0480	38.5
19	1.2243	94.9	1.1771	85.0	1.1319	72.6	1.0887	57.7	1.0473	38.1
18	1.2235	94.8	1.1764	84.9	1.1312	72.4	1.0880	57.4	1.0466	37.7
17	1.2227	94.6	1.1756	84.7	1.1305	72.2	1.0873	57.1	1.0460	37.3
16	1.2219	94.5	1.1748	84.5	1.1297	71.9	1.0866	56.9	1.0453	36.9
15	1.2211	94.3	1.1740	84.3	1.1290	71.7	1.0859	56.6	1.0446	36.4
14	1.2202	94.1	1.1733	84.1	1.1282	71.5	1.0851	56.2	1.0439	35.9
13	1.2194	94.0	1.1725	83.9	1.1275	71.2	1.0844	56.0	1.0432	35.5
12	1.2186	93.9	1.1717	83.7	1.1267	71.0	1.0837	55.7	1.0426	35.0
11	1.2178	93.7	1.1709	83.5	1.1260	70.8	1.0830	55.4	1.0419	34.6
10	1.2170	93.6	1.1702	83.3	1.1253	70.5	1.0823	55.1	1.0412	34.1
9	1.2162	93.4	1.1694	83.1	1.1245	70.3	1.0816	54.8	1.0405	33.6
8	1.2154	93.3	1.1686	82.9	1.1237	70.0	1.0809	54.5	1.0398	33.1
7	1.2146	93.1	1.1678	82.7	1.1230	69.8	1.0802	54.3	1.0392	32.6
6	1.2138	93.0	1.1671	82.5	1.1223	69.6	1.0795	54.0	1.0385	32.1
5	1.2130	92.8	1.1663	82.3	1.1215	69.3	1.0788	53.7	1.0378	31.6
4	1.2121	92.6	1.1655	82.1	1.1208	69.1	1.0780	53.4	1.0371	31.1
3	1.2113	92.5	1.1647	81.9	1.1200	68.9	1.0773	53.0	1.0364	30.5
2	1.2105	92.3	1.1640	81.7	1.1193	68.6	1.0766	52.7	1.0358	30.1
1	1.2097	92.2	1.1632	81.5	1.1186	68.4	1.0759	52.4	1.0351	29.5
0	1.2089	92.0	1.1624	81.3	1.1178	68.1	1.0752	52.1	1.0344	28.9

Grade des Alcoholometers.	Gewicht No. 5.		Gewicht No. 6.		Gewicht No. 7.		Gewicht No. 8.		Gewicht No. 9.	
	Raumver- hältniss.	%	Raumver- hältniss.	∫	Raumver- hältniss.	∫	Raumver- hältniss.	∫	Raumver- hältniss.	∫
60	1.0344	28.9	0.9952	1.0048	0.9578	1.0441	0.9220	1.0846	0.8877	1.1265
59	1.0237	28.3	0.9946		0.9572		0.9214		0.8872	
58	1.0331	27.8	0.9940		0.9566		0.9209		0.8866	
57	1.0324	27.2	0.9933		0.9560		0.9203		0.8861	
56	1.0318	26.6	0.9927		0.9554		0.9197		0.8855	
55	1.0311	26.0	0.9921		0.9548		0.9191		0.8850	
54	1.0305	25.5	0.9915		0.9542		0.9186		0.8844	
53	1.0298	24.8	0.9908		0.9536		0.9180		0.8839	
52	1.0292	24.3	0.9902		0.9530		0.9174		0.8833	
51	1.0285	23.6	0.9896		0.9524		0.9169		0.8828	
50	1.0279	23.0	0.9890		0.9518		0.9163		0.8822	
49	1.0272	22.4	0.9883		0.9512		0.9157		0.8817	
48	1.0266	21.9	0.9877		0.9506		0.9151		0.8811	
47	1.0259	21.2	0.9871		0.9500		0.9146		0.8806	
46	1.0253	20.7	0.9865		0.9494		0.9140		0.8800	
45	1.0246	20.0	0.9859		0.9488		0.9134		0.8795	
44	1.0240	19.4	0.9852		0.9482		0.9128		0.8789	
43	1.0233	18.8	0.9846		0.9477		0.9123		0.8784	
42	1.0226	18.1	0.9840		0.9471		0.9117		0.8778	
41	1.0220	17.5	0.9834		0.9465		0.9111		0.8773	
40	1.0213	16.9	0.9827		0.9459		0.9106		0.8767	
39	1.0207	16.3	0.9821		0.9453		0.9100		0.8762	
38	1.0200	15.6	0.9815		0.9447		0.9094		0.8756	
37	1.0194	15.1	0.9809		0.9441		0.9088		0.8751	
36	1.0187	14.5	0.9802		0.9435		0.9083		0.8745	
35	1.0181	13.9	0.9796		0.9429		0.9077		0.8740	
34	1.0174	13.3	0.9790		0.9423		0.9071		0.8734	
33	1.0168	12.7	0.9784		0.9417		0.9066		0.8729	
32	1.0161	12.1	0.9778		0.9411		0.9060		0.8723	
31	1.0155	11.6	0.9771		0.9405		0.9054		0.8718	
30	1.0148	11.0	0.9765		0.9399		0.9048		0.8712	
29	1.0142	10.5	0.9759		0.9393		0.9043		0.8707	
28	1.0135	9.9	0.9753		0.9387		0.9037		0.8701	
27	1.0129	9.5	0.9746		0.9381		0.9031		0.8696	
26	1.0122	8.9	0.9740		0.9375		0.9026		0.8690	
25	1.0115	8.3	0.9734		0.9369		0.9020		0.8685	
24	1.0109	7.8	0.9728		0.9363		0.9014		0.8679	
23	1.0102	7.3	0.9721		0.9357		0.9008		0.8674	
22	1.0096	6.8	0.9715		0.9351		0.9003		0.8668	
21	1.0089	6.3	0.9709		0.9345		0.8997		0.8663	
20	1.0083	5.8	0.9703		0.9339		0.8991		0.8657	
19	1.0076	5.3	0.9697		0.9333		0.8985		0.8652	
18	1.0070	4.8	0.9690		0.9327		0.8980		0.8646	
17	1.0063	4.4	0.9684		0.9321		0.8974		0.8641	
16	1.0057	3.9	0.9678		0.9315		0.8968		0.8635	
15	1.0050	3.4	0.9672		0.9309		0.8963		0.8630	
14	1.0044	3.0	0.9665		0.9303		0.8957		0.8624	
13	1.0037	2.5	0.9659		0.9297		0.8951		0.8619	
12	1.0031	2.1	0.9653		0.9291		0.8945		0.8613	
11	1.0024	1.6	0.9647		0.9285		0.8940		0.8608	
10	1.0018	1.2	0.9641		0.9280		0.8934		0.8602	
9	1.0011	0.7	0.9634		0.9274		0.8928		0.8597	
8	1.0004	0.3	0.9628		0.9268		0.8923		0.8591	
7	0.9998	0.0	0.9622		0.9262		0.8917		0.8586	
6	0.9991	.	0.9616		0.9256		0.8911		0.8580	
5	0.9985	.	0.9609		0.9250		0.8905		0.8575	
4	0.9978	.	0.9603		0.9244		0.8900		0.8569	
3	0.9972	.	0.9597		0.9238		0.8894		0.8564	
2	0.9965	.	0.9591		0.9232		0.8888		0.8558	
1	0.9959	.	0.9584		0.9226		0.8883		0.8553	
0	0.9952	.	0.9578	1.0441	0.9220	1.0846	0.8877	1.1265	0.8547	1.1699

Bemerkungen über die Construction des metallischen Alkoholometers.

Es ist nicht genug, dass die verschiedenen Theile des Alkoholometers das richtige Verhältniss unter einander haben, das ganze Instrument muss gerade so viel wiegen, dass es in der Flüssigkeit, dessen Alkoholgehalt er anzeigen soll, schwimmt, und die Massen müssen an demselben so vertheilt sein, dass es aufrecht schwimmt.

Fig. 13.



Wir wollen erst der Einfachheit wegen annehmen, der mittlere hohle Körper *A* des Alkoholometers sei kugelförmig, dessen äusserer Radius sei y und der innere y' ; die Masse des unten befestigten Gegengewichts nebst der Verbindung zwischen Gegengewicht und Hohlkugel *A* sei ebenfalls in eine einzige massige Kugel *C* zusammengedrängt gedacht, der Radius der Kugel *C* sei z ; ebenso denke man sich den Stiel des Alkoholometers in eine Kugel *B* von demselben Gewicht und demselben Inhalt verwandelt, die durch eine steife gewichtslose Linie mit der Hohlkugel *A* verbunden ist; der äussere Radius der Kugel *B* sei ρ , der innere ρ' . Es sei ferner, wie bisher, r das Raumverhältniss des Metalls, aus welchem das Alkoholometer verfertigt ist. Schwimmt nun das Alkoholometer in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss R ist, und taucht es in derselben bis zum obern Ende des Stiels ein, in einer anderen Flüssigkeit aber, deren Raumverhältniss R' ist, nur bis zum untern Ende des Stiels, da wo er an die Hohlkugel *A* grenzt, so dass man sich also im ersten Fall die Kugel *B* innerhalb der Flüssigkeit schwimmend, im zweiten Fall aber über der Flüssigkeit sich erhebend denken muss, so haben wir, da das Gewicht des

Alkoholometers immer dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit gleich sein muss, folgende Gleichungen:

$$\text{I. } (\rho^3 - \rho'^3) + (y^3 - y'^3) + z^3 = \frac{r}{R} (\rho^3 + y^3 + z^3)$$

$$\text{II. } (\rho^3 - \rho'^3) + (y^3 - y'^3) + z^3 = \frac{r}{R'} (y^3 + z^3).$$

Dies sind die beiden Bedingungsgleichungen, die bei allen Alkoholometern erfüllt werden müssen. Nun ist aber noch eine Bedingung zu erfüllen, das Alkoholometer muss nämlich aufrecht schwimmen, d. h. der Schwerpunkt des Alkoholometers muss sich unterhalb des Schwerpunkts der verdrängten Flüssigkeit befinden. Die Stabilität eines schwimmenden Körpers, dessen oberer Theil

sich über der Flüssigkeit erhebt, hängt zwar im Allgemeinen nicht bloß von der gegenseitigen Lage des Schwerpunkts des Körpers und der verdrängten Flüssigkeit, sondern von der Lage des Metacentrums der verdrängten Flüssigkeit zum Schwerpunkt des Körpers ab; wenn man aber die Stabilität des Alkoholometers (oder die Kraft, die dazu gehört, um dasselbe von seiner senkrechten Stellung um den Winkel Φ abzulenken) mit S bezeichnet; die Entfernung des Schwerpunkts des Alkoholometers vom Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit mit e , den Durchmesser des Stiels (denselben wieder so gedacht, wie er wirklich ist, nämlich cylindrisch) da wo er von der Oberfläche der Flüssigkeit geschnitten wird, mit b , den Flächeninhalt eines senkrechten durch die Achse des Alkoholometers gehenden Schnitts der verdrängten Flüssigkeit mit F , das Gewicht des Alkoholometers aber mit P , so hat man

$$S = \left(\frac{b^3}{12F} + e \right) P \sin \Phi.$$

In unserm Fall ist b immer sehr klein im Vergleich mit $12F$, man kann also $\frac{b^3}{12F} = 0$ setzen und findet so, dass die Stabilität des Alkoholometers der Grösse e proportional ist, oder der Entfernung des Schwerpunkts des Alkoholometers vom Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit, wie wir oben angenommen haben.

Wir wollen also vor allen Dingen untersuchen, wohin diese beiden Schwerpunkte fallen.

Es ist klar, dass wenn das Alkoholometer bis zu dem Punkte taucht, wo der Stiel an die Kugel A grenzt, und alsdann aufrecht schwimmt, so schwimmt er auch noch aufrecht, wenn er tiefer eintaucht, um so mehr, wenn sich noch ein Anhängengewicht am untern Ende desselben befindet; denn die Lage des Schwerpunkts des Alkoholometers bleibt ja immer dieselbe, der Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit geht aber offenbar immer in die Höhe; wenn also der Schwerpunkt des Alkoholometers unter dem Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit liegt — was immer der Fall ist, denn im entgegengesetzten Falle würde sich das Alkoholometer ja umkehren, was, wie man voraussetzen muss, nicht geschieht, — so wird die Entfernung e immer grösser, je tiefer das Alkoholometer eintaucht. Wir haben also zu untersuchen, wo der Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit hinfällt. Es seien l und l' die respectiven Entfernungen der Mittelpunkte der Kugeln B und C vom Mittelpunkte der Kugel A , und λ die Entfernung des Schwerpunkts d der von den Kugeln A und C verdrängten Flüssigkeit, ebenfalls vom Mittelpunkt der Kugel A , so haben wir

$$\lambda y^3 = (l' - \lambda) z^3$$

$$\text{also } \lambda = z^3 \cdot \frac{l'}{y^3 + z^3}.$$

Wir wollen nun erst unser Alkoholometer so einrichten, dass der Schwerpunkt desselben ebenfalls in den Punkt d fällt; alsdann braucht man nur die Kugel C ein wenig von der Kugel A abzurücken, so wird das Spiritometer in allen weingeistigen Flüssigkeiten aufrecht schwimmen, so lange die Kugel A sich nicht über der Oberfläche der Flüssigkeit erhebt. Im Fall des Zusammenfallens der beiden Schwerpunkte in d haben wir:

$$\text{III. } \lambda (y^3 - y'^3) + (\lambda + l) (\rho^3 - \rho'^3) = (l' - \lambda) z^3$$

woraus
$$\lambda = \frac{l' z^3 - l (\rho^3 - \rho'^3)}{(y^3 - y'^3) + (\rho^3 - \rho'^3) + z^3}$$

oder da nach der Gleichung II. $(y^3 - y'^3) + (\rho^3 - \rho'^3) + z^3 = \frac{r}{R'} (y^3 + z^3)$

$$\lambda = \frac{l' z^3 - l (\rho^3 - \rho'^3)}{\frac{r}{R'} (y^3 + z^3)}$$

Nun haben wir aber gesehen, dass auch $\lambda = \frac{z^3 l'}{y^3 + z^3}$; wir haben also endlich, wenn wir die beiden Ausdrücke von λ gleichsetzen

$$\frac{l' z^3 - l (\rho^3 - \rho'^3)}{\frac{r}{R'}} = z^3 \cdot l'$$

woraus endlich
$$z^3 = \frac{l}{l'} \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{\left(1 - \frac{r}{R'}\right)} \dots \text{IV.}$$

Nun hat man aber aus den Gleichungen I. und II.

$$\frac{r}{R} (\rho^3 + y^3 + z^3) = \frac{r}{R'} (y^3 + z^3)$$

woraus
$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \rho^3 - z^3 = -\frac{l}{l'} \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{1 - \frac{r}{R'}} + \rho^3 \cdot \frac{1}{R \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R}\right)}$$

Wir haben ferner aus I.

$$y^3 - y'^3 = \frac{r}{R} (\rho^3 + y^3 + z^3) - (\rho^3 - \rho'^3) - z^3$$

also
$$y'^3 = \left(1 - \frac{r}{R}\right) (y^3 + z^3 + \rho^3) - \rho'^3 \dots \text{(V.)}$$

Um diese Formeln anzuwenden, muss man erst die Kugel B in einen hohlen Cylinder verwandeln, dessen äusserer und innerer Durchschnitt s und s' seien; die Entfernung des Schwerpunkts (oder des Mittelpunkts) dieses Cylinders vom Mittelpunkt der Kugel A haben wir schon mit l bezeichnet; die Länge L des Cylinders, welcher vom obern Ende des Radius y anfängt, ist also $2(l - y)$. Wir haben also, da der Inhalt und das Gewicht des Stiels dem Inhalt und Gewicht der Kugel B gleich sein sollen,

$$L (s - s') = \frac{4}{3} \pi (\rho^3 - \rho'^3)$$

$$L s = \frac{4}{3} \pi \rho^3$$

$$\text{also } (\rho^3 - \rho'^3) = \frac{3}{4} \frac{L (s - s')}{\pi}$$

$$\rho^3 = \frac{3}{4} \frac{L s}{\pi}$$

oder wenn man $\frac{3}{4} \frac{L}{\pi} = A$ setzt

$$z^3 = \frac{l}{l'} A (s - s') \left(\frac{1}{1 - \frac{r}{R'}} \right) \quad (\text{VI.})$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1 \right)} \cdot A s - z^3 \quad (\text{VII.})$$

$$y'^3 = \left(1 - \frac{r}{R} \right) (y^3 + z^3 + A s) - A s'$$

$$y'^3 = \frac{R - r}{R - R'} \cdot A s - A s' \quad (\text{VIII.})$$

Bezeichnen wir mit ρ'' den Radius des äussern Cylinders, mit ρ''' den Radius des innern, so hat man

$$s = \pi \rho''^2 \text{ und } s' = \pi \rho'''^2.$$

Man hat auch

$$y^3 + z^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1 \right)} \cdot \frac{3}{4} \frac{L s}{\pi}$$

$$s = \frac{4}{3} \left(\frac{R}{R'} - 1 \right) \frac{\pi}{L} (y^3 + z^3).$$

Da z^3 immer im Vergleich mit y^3 sehr klein ist, so kann man mittelst dieser Formel, indem man vorläufig $z^3 = 0$ setzt, das Verhältniss von Ls zu y bestimmen, oder das Verhältniss der Länge und Dicke des Stiels zu dem Durchmesser der Hohlkugel A .

Um die Werthe, die man durch Rechnung für z^3 , y^3 und y'^3 erhalten hat, zu prüfen, wird man wohl thun, die Gewichte der Hohlkugel A , der Kugel C und des Stiels zu berechnen und zu sehen, ob die Summe dieser Gewichte dem Gewichte der verdrängten Flüssigkeit gleich ist.

Hier ist noch zu bemerken, dass der Strich der Theilung, bis zu welchem das Alkoholometer in Alkohol (oder überhaupt in der stärksten Spiritussorte) einsinkt, nicht auf das äusserste Ende des Stiels fallen darf, sondern etwas unterhalb des Endes; denn das Alkoholometer schwankt immer erst eine Zeit lang hin und her in verticaler Richtung, bis es vollkommen in Ruhe gekommen

ist: es würde also, wenn erst das äusserste Ende des Stiels unter die Oberfläche der Flüssigkeit gerathen ist, völlig bis zum Boden des Gefässes herabsinken, und jede Beobachtung würde unmöglich; dasselbe geschähe, wenn der Alkohol eine höhere Temperatur hätte als die normale.

Ebenso darf man auch nicht den untersten Strich der Theilung auf das äusserste untere Ende des Stiels fallen lassen, weil alsdann keine Beobachtung bei diesem äussersten Strich (dem Nullpunkt) gemacht werden könnte.

Man macht deshalb den Stiel immer etwas länger, als die Länge der Theilung es erfordert, und setzt den Nullpunkt etwas über das unterste, den höchsten Punkt der Theilung etwas unter das oberste Ende des Stiels, und lässt oben und unten einen leeren Raum von etwa einem halben Centimeter. Dies ist noch aus einem andern Grunde nothwendig. Die Alkoholometer werden in sehr grosser Anzahl gebraucht und müssen deshalb auch in grosser Anzahl im Verificationsbureau geprüft werden (wo eine solche Prüfung und die darauf erfolgende Stempelung gesetzlich eingeführt sind). Diese Prüfung aber wird sehr erleichtert, wenn alle Spiritometer derselben Gattung dasselbe Gewicht haben, mithin auch das Volumen der vom schwimmenden Alkoholometer verdrängten Flüssigkeit dasselbe bleibt. Es ist leicht, das Gewicht aller Spiritometer in sehr engen Grenzen gleich zu machen, indem man etwas von seiner Masse abnimmt oder etwas zulegt; das Volumen der verdrängten Flüssigkeit kann aber dadurch regulirt werden, dass man den obersten Strich der Theilung höher oder niedriger anbringt.

In den obigen Formeln ist die ganze Länge des Stiels mit L bezeichnet worden und angenommen, dass in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss R ist, das Spiritometer bis zum äussersten obern Ende des Stiels einsinkt, bis zum äussersten untern Ende aber in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss R' ist; diese Formeln können also entweder nur annäherungsweise richtig sein, oder man muss in denselben jeden Werth von R um soviel vergrössern, dass das Spiritometer bis zum äussersten obern Ende des Stiels einsinkend gedacht werden kann, der Werth von R' ist aber um soviel zu verringern. Alsdann wird das durch Rechnung gefundene Verhältniss der einzelnen Theile des Spiritometers das richtige sein; um in der Berechnung der wirklichen bei der Anwendung des Spiritometers in Gebrauch kommenden Werthe von R' , R'' ..., p_1 , p_2 , p_3 etc. muss man den dem obersten Theilungsstrich entsprechenden Werth von R wieder herstellen. Da es jedoch unmöglich sein möchte, die Dimensionen eines Spiritometers und ihre Verhältnisse ganz genau nach der Rechnung auszuführen, so wird man sich wohl immer mit dem aus der ange-näherten Rechnung hervorgehenden Werthe begnügen können.

Beispiele.

Beispiel I. Man soll ein Alkoholometer machen mit 9 Gewichten, (also $n = 9$), aus Messing von spec. Gewicht 8,33; es soll in reinem Alkohol bis

zum äussersten obern Ende des Stiels einsinken, in Wasser aber, mit dem 9^{ten} Gewicht beschwert, bis zum äussersten untern Ende des Stiels.

Wir haben also $r = 0,12$ $R = 1,2585$,

$$\text{also auch da } R' = r + \sqrt[10]{(R - r)^9 \cdot (1 - r)}$$

$$R' = 1,2296.$$

Aus der in diesem Werke befindlichen Tabelle (pag. 4) kann man ersehen, dass diesem Werth des Raumverhältnisses ein Procentgehalt an Alkohol von 95,8 entspricht. Wir wollen nun annehmen, der Stiel solle massiv sein und einen kreisförmigen Durchschnitt haben, also $s' = 0$ und $s = \pi \rho''^2$; ferner solle er nicht länger sein als 8 Centimeter, also $L = 8$; auch soll die Hohlkugel A keinen grössern Durchmesser haben als 4 Centimeter, also $y = 2$.

Setzt man diese Werthe in die Annäherungsformel

$$\rho''^2 = \frac{\frac{4}{3} y^3 \left(\frac{R}{R'} - 1 \right)}{L}$$

welche aus der Formel VII. abgeleitet worden, indem man $z = 0$ in $s = \pi \rho''^2$ gemacht und für A seinen Werth $\frac{3}{4} \frac{L}{\pi}$ substituirt hat, so erhält man

$$\rho'' = 0,1770.$$

Der Stiel bekommt also einen Durchmesser von beiläufig 3,5^{mm}.

Wenn wir keine ganz genauen Werthe zu erhalten wünschen, so können wir uns mit dieser Annäherung begnügen und gleich die Dicke der Wandung der Hohlkugel A berechnen. Wir haben nämlich aus VIII.

$$y'^3 = \frac{R - r}{R - R'} \cdot As$$

$$\text{oder da } As = \frac{3}{4} \cdot L \cdot \rho''^2$$

$$y' = 1,949$$

also die Dicke der Wandung der Hohlkugel A

$$y - y' = 0,051 \text{ oder } \frac{1}{2} \text{ Millimeter.}$$

Es ist also gewiss möglich, dem Alkoholometer die obigen Dimensionen zu geben, und wir können jetzt genauer rechnen.

Nach der Formel VI. haben wir, wenn wir $s' = 0$ und $s = \pi \rho''^2$ setzen

$$z^3 = \frac{l}{l'} \frac{3}{4} L \cdot \rho''^2 \frac{1}{\left(1 - \frac{r}{R'} \right)}$$

Vor allen Dingen müssen wir mit uns einig werden, welchen Werth wir der Grösse $\frac{l}{l'}$ oder dem Verhältniss der respectiven Entfernungen der Mittel-

punkte des Stiels und der Kugel C vom Mittelpunkte der Kugel A geben wollen. Damit das Alkoholometer nicht zu lang werde, muss $\frac{l}{l'}$ kleiner sein als die Einheit; der kleinste Werth, den man dieser Grösse geben kann, ist offenbar $\frac{1/2 L + y}{y + z}$; dieser Werth tritt ein, wenn die Kugeln A und C einander berühren. Da z uns noch unbekannt ist, so lässt sich dieser Werth für unsern Fall nicht berechnen, der Grenzwert, den $\frac{l}{l'}$ nie erreichen kann, wäre derjenige, der der unmöglichen Annahme von $z = 0$ entspräche, das heisst 3.

Wir wollen also $\frac{l}{l'} = 2$ nehmen. Es ist klar, dass hier eine gewisse Willkür herrschen kann, und eine genaue Berechnung überflüssig wäre, da die Kugel C , wie wir schon oben gesagt haben, doch schliesslich von der Kugel A abgerückt werden muss, damit der Schwerpunkt des Alkoholometers sich unterhalb des Schwerpunkts der verdrängten Flüssigkeit befinde: die oben angegebenen Formeln sind in der Voraussetzung entwickelt worden, dass jene beiden Schwerpunkte zusammenfallen. Deshalb kann man auch bei der numerischen Berechnung jener Formel annehmen, dass die beiden Kugeln A und C einander berühren; denn bei der Construction des Alkoholometers muss man doch die Kugel C von der Kugel A abrücken, wodurch hinlänglich Platz wird für die Anhängengewichte.

Nehmen wir aber $\frac{l}{l'} = 2$ und machen $\rho'' = 0,175$ und $L = 8$, so bekommen wir aus der obigen Formel

$$\begin{aligned} z^3 &= 0,33164 \\ z &= 0,6922. \end{aligned}$$

Ebenso findet man aus den Formeln VII. und VIII.

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1\right)} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3$$

$$\text{also } y^3 = 7,4875 \quad y = 1,956$$

$$y'^3 = \frac{R - r}{R - R'} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2$$

$$\text{also } y'^3 = 7,2387; \quad y' = 1,934.$$

Also die Dicke der Wandung der Kugel A

$$y - y' = 0,022, \text{ d. h. } \frac{1}{5} \text{ Millimeter.}$$

Man muss sich nicht wundern, dass dieser Werth von $y - y'$ viel kleiner ist, als der im Vorigen durch Annäherung gefundene; im Vorhergehenden haben wir $z = 0$ gesetzt, nachher aber gefunden, dass z gar keinen unbedeutenden

Werth hat, dass das Gewicht der Kugel C also keineswegs vernachlässigt werden kann. Wenn aber das Gewicht der Kugel C grösser wird, muss offenbar die Wandung der Kugel A dünner genommen werden, da immer ungefähr dasselbe Gewicht herauskommen muss, nämlich das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit.

Wir haben nun folgende Dimensionen des Spiritometers:

Länge des cylindrischen und massiven Stieles 8 Centim.

Durchmesser desselben 0,35 „

Durchmesser der Kugel A 3,91 „

Dicke der Wandung derselben 0,022 „

Durchmesser der massiven Kugel C 1,38 „

Entfernung des Mittelpunkts der Kugel C vom

Mittelpunkt der Kugel A 2,98 „

Entfernung des obersten Punkts der Kugel C

vom untersten Punkt der Kugel A 0,43 „

Die beiden letzten Entfernungen müssen aber grösser gemacht werden, damit das Spiritometer in allen Fällen aufrecht schwimme; man kann sie um 1° vergrössern, wodurch man hinreichend Platz erhält für die Anhängengewichte*). Auch muss der Kugel C , ohne ihr Gewicht und ihr Volumen zu vergrössern, das umgekehrt kegelförmige Stück, welches in die Kugel C ausläuft und auf welches man die Anhängengewichte schieben kann, zugegeben werden; es versteht sich von selbst, dass auch der Schwerpunkt dieses Verbindungsstückes dieselbe Entfernung vom Schwerpunkt der Kugel A behalten muss, wenigstens nahezu.

Es wird nützlich sein, die oben gefundenen Werthe noch einer Probe zu unterwerfen, welche darin besteht, zu berechnen, ob das Gewicht des ganzen Alkoholometers dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit gleich ist.

Wir wollen das Gewicht des ganzen Alkoholometers mit G , das Gewicht des verdrängten Alcohols mit G' bezeichnen.

Das Gewicht des Alkoholometers ist zusammengesetzt aus dem Gewicht des Stiels, der Hohlkugel A und der massiven Kugel C .

Das Gewicht des Stiels ist $\frac{\pi \rho''^2 L}{r}$.

Das Gewicht der massiven Kugel C ist $\frac{4}{3} \frac{\pi \cdot z^3}{r}$.

Das Gewicht der Hohlkugel A ist $\frac{\frac{4}{3} \pi (y^3 - y'^3)}{r}$.

Man hat also für das Totalgewicht des Alkoholometers

*) Man erhält alsdann für die Totallänge des Alkoholometers 18,63 Centim.

$$\frac{4}{3} \frac{\pi}{r} [z^3 + (y^3 - y'^3) + \frac{3}{4} L \rho''^2].$$

Da nun $r = 0,12$; $z^3 = 0,33164$; $y^3 = 7,4875$; $y'^3 = 7,2387$; $\rho'' = 0,175$; $L = 8$, so erhalten wir für das Gewicht des Alkoholometers 26,675^{gr}

Das Gewicht der vom Alkoholometer verdrängten Flüssigkeit ist aber

$$\frac{4}{3} \frac{\pi}{R} [z^3 + y^3 + \frac{3}{4} L \rho''^2]$$

$$\text{also} = 26,640,$$

d. h. so genau dasselbe, als man es bei solchen Rechnungen verlangen kann.

Noch ist zu untersuchen, wie empfindlich dieses Alkoholometer ist. In den Verordnungen sei z. B. gesagt, jede $1\frac{1}{4}$ Mill. müssten bei 38% nicht mehr als $\frac{1}{3}\%$ betragen; um aber beurtheilen zu können, wie gross die Empfindlichkeit des Alkoholometers bei den verschiedenen Anhängengewichten ist, muss man erst berechnen, welches die Angaben desselben bei verschiedenen Anhängengewichten sein werden. Dazu haben wir in den oben entwickelten Formeln $n = 9$ zu setzen, erhalten also

$$\begin{aligned} R' &= r + \sqrt[10]{R - r)^9 (1 - r)} \\ R'' &= r + \sqrt[10]{R - r)^8 (1 - r)^2} \\ R''' &= r + \sqrt[10]{R - r)^7 (1 - r)^3} \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

Oder in Zahlen, da $r = 0,12$, $R = 1,2585$

$R^I = 1,2296$ oder 95,8 %	$R^{VI} = 1,0955$ oder 60,3 %
$R^{II} = 1,2013$ „ 90,5 %	$R^{VII} = 1,0707$ „ 50,1 %
$R^{III} = 1,1739$ „ 84,2 %	$R^{VIII} = 1,0465$ „ 37,6 %
$R^{IV} = 1,1470$ „ 77,1 %	$R^{IX} = 1,0230$ „ 18,5 %
$R^V = 1,1210$ „ 69,2 %	$R^X = 1,0000$ „ 0 %

Man sieht aus dieser Tabelle, dass der Procentgehalt 38% ganz nahe ans Ende der Theilung fällt; von dem einen Ende bis zum andern sind aber 50,1 — 37,6, also 12,5 % enthalten. Wenn man also den Zwischenraum vom untern bis zum obern Ende des Stiels in 50 Theile theilt, so wird jeder Theil in der Nähe von 38% 0,25% betragen, also weniger als $\frac{1}{3}\%$. Nun ist aber der Stiel 8 C. lang, also jeder Theil beträgt $\frac{8}{50} = 0,16$ C., also noch etwas mehr als die Verordnung verlangt.

Das Alkoholometer, dessen Dimensionen wir eben berechnet haben, entspricht also in dieser Hinsicht vollkommen der Verordnung, und fehlt nur darin, dass der Procentgehalt 38% sehr nahe ans Ende der Theilung fällt, was bei der Bestimmung dieses Procentgehaltes unbequem ist, weil man schon bei geringen Temperaturveränderungen das Anhängengewicht wechseln muss.

Beispiel 2. Wir wollen nun untersuchen, ob man ein Alkoholometer von derselben Länge des Stiels mit 3 Gewichten construiren kann?

Bei 3 Gewichten haben wir $R = 1,2585$, $R' = 1,1875$, $R^{IV} = 1$. Bleibt nun $L = 8$ und $y = 2$, so finden wir erst vorläufig, indem man $z^3 = 0$ setzt

$$\rho'' = \sqrt[4]{\frac{\frac{4}{3} y^3 \left(\frac{R}{R'} - 1 \right)}{L}} = 0,28.$$

Wir wollen $\rho'' = 0,3$ machen und auch wieder $\frac{l}{l'} = 2$ und $r = 0,12$ setzen, so haben wir, genau gerechnet

$$z^3 = \frac{3}{2} \cdot L \rho''^2 \cdot \frac{1}{1 - \frac{r}{R'}} = 1,2014$$

$$z = 1,0631$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3 = 7,8286$$

$$y = 1,9857$$

$$\text{endlich } y'^3 = \frac{R - r}{R - R'} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 = 8,6628$$

$$y' = 2,0538.$$

Da y' grösser ist als y , so ist eine solche Construction unmöglich.

Macht man $y = y'$, oder $y^3 = y'^3$, so erhält man

$$\frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3 = \frac{R - r}{R - R'} \cdot \frac{3}{4} \cdot L \rho''^2$$

$$\text{oder da } z^3 = \frac{3}{4} L \cdot \rho''^2 \cdot \frac{1}{1 - \frac{r}{R'}}$$

$$\frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} - \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{1 - \frac{r}{R'}} = \frac{R - r}{R - R'}$$

woraus man folgende quadratische Gleichung erhält:

$$R'^2 - R' R + \frac{r(R - r)}{1 + \frac{l}{l'}} = 0.$$

Die Auflösung dieser Gleichung giebt

$$R' = \frac{1}{2} R + \sqrt{\frac{1}{4} R^2 - \frac{r(R - r)}{1 + \frac{l}{l'}}}$$

Setzt man in diesen Ausdruck $R = 1,2585$, $r = 0,12$ und $\frac{l}{l'} = 2$, so erhält man

$$R' = 1,2213,$$

welches dem Procentgehalt von 94,3 % entspricht.

Da nun $R' = r + \sqrt[n+1]{(R - r)^n \cdot (1 - r)}$ ist, so haben wir

$$n = \frac{\log(R' - r) - \log(1 - r)}{\log(R - r) - \log(R' - r)}.$$

Setzt man in diese Formel $R' = 1,2213$, $r = 0,12$ und $R = 1,2585$, so erhält man

$$n = 6,7.$$

Die geringste Anzahl von Anhängengewichten, die man anwenden kann, wenn der Stiel massiv sein soll, ist also sieben, und bei dieser Anzahl bekommt die Hohlkugel A eine so dünne Wandung, dass ein so construirtes Alcoholumeter unmöglich lange dem Gebrauche widerstehen kann, und schon wegen der Veränderlichkeit seiner Form zu verwerfen ist.

Man findet nämlich für $n = 7$

$$R' = r + \sqrt[8]{(R - r)^7 \cdot (1 - r)} = 1,2224.$$

Man setze diesen Werth in den obigen Formeln für y^3 und y'^3

$$\text{nämlich } y^3 = \frac{3}{4} L \rho''^2 R' \left(\frac{1}{(R - R')} - \frac{l}{l'} \frac{1}{(R' - r)} \right)$$

$$\text{und } y'^3 = \frac{3}{4} L \rho''^2 \frac{(R - r)}{(R - R')}$$

$$\text{wobei } L = 8; \rho'' = 0,3; \frac{l}{l'} = 2.$$

So erhält man schliesslich

$$y = 2,576 \text{ und } y' = 2,573$$

$$\text{also } y - y' = 0,003.$$

Die Dicke der Wandung der Hohlkugel A beträgt also für 7 Gewichte nur $\frac{1}{30}$ Millimeter, welches freilich dem Instrument gar keine Haltung geben würde.

Man kann, wie man aus den obigen Formeln sieht, das Verhältniss von y zu y' vergrössern, indem man l' im Vergleich mit l , oder was dasselbe ist, die

Verhältnisszahl $\frac{l}{l'}$ vergrössert. Wenn wir in unserm vorigen Beispiel z. B.

$\frac{l}{l'} = 1$ statt $\frac{l}{l'} = 2$ setzen, so erhält man $R' = 1,2017$ (90,5 %) und $n = 4$.

Es müssen also wenigstens 5 Gewichte genommen werden, um eine mögliche Construction zu erhalten. Bei $n = 5$ aber erhält man $R' = 1,2107$.

Dieser Werth in die obigen Formeln gesetzt, giebt $x = 2,212$ und y' fast

genau ebenso gross, so dass also auch bei 5 Gewichten an eine solche Construction nicht zu denken ist.

Erst bei 7 Gewichten, wo $R' = 1,2224$ wird, bekommt man, wenn man $\frac{l}{l'} = 1$ setzt, $y - y' = 0,03$, d. h. bei dieser Anzahl von Anhängengewichten wird die Construction des Alkoholometers erst möglich, indem $y = 2,6$ wird.

Da man nun noch, damit das Alkoholometer aufrecht schwimme, die untere Kugel C bedeutend herabrücken muss, so bekommt das Instrument eine unbequeme Länge und eine Biegsamkeit in den Verbindungsstücken zwischen den Kugeln C und A , die schwerlich zulässig ist. Die ganze Länge des Instruments wird nämlich

$$L + y + \frac{1}{2}L + y + z + k,$$

worin k die Länge ist, die man der Länge des Instruments hinzufügt, damit es aufrecht schwimme, und die 2^c betragen muss.

Die ganze Länge des Instruments, da $L = 8$, $y = 2,6$ und $z = 0,8$, wird also ungefähr 20 Centimeter.

Beispiel 3. Wir haben bis jetzt angenommen, der Stiel des Alkoholometers sei massiv; wir wollen ihn jetzt hohl machen.

Man sieht aus den Formeln VI, VII und VIII, dass der Werth z^3 sich im Verhältniss von $\frac{s}{s - s'}$ oder von $\frac{\rho''^2}{\rho''^2 - \rho'''^2}$ ändert und kleiner wird; der Werth von y^3 ändert sich nur in so fern, dass der Werth von z^3 sich geändert hat, und da dieser kleiner geworden ist, so wird der Werth von y^3 grösser. Der Werth von y'^3 endlich wird um As' kleiner, die Dicke der Wandung der Hohlkugel A also aus 2 Ursachen grösser, erstlich weil y grösser und zweitens weil y' kleiner geworden ist. Man sieht hieraus, dass es immer vortheilhaft wäre, den Stiel hohl zu machen, wenn nicht auf der andern Seite die Festigkeit des Stiels darunter litte. Ueberdiess ist es leichter, massiven Stielen einen vollkommen gleichen Durchschnitt in ihrer ganzen Länge zu geben, als hohlen; — man erlangt nämlich diese Gleichmässigkeit des Durchschnitts dadurch, dass man den massiven oder hohlen Drath, aus dem der Stiel gemacht werden soll, durch ein vollkommen rundes und sich immer gleich bleibendes Loch*) zieht. Wenn der Drath hohl ist, so wird derselbe hier und da, wo das Metall etwas weicher ist, ein wenig dünner als an den übrigen Stellen. Wenn der Stiel nicht einen sehr geringen Durchmesser hat, und auch nicht sehr lang ist, so möchte wohl der massive Stiel mehr der Biegung widerstehen als der hohle, — doch hier kommt freilich in Betracht, wie stark die Wandung des hohlen Draths ist, und dass im Allgemeinen hohle Dräthe, wenn sie über einen Dorn aufgezogen werden, durch das Durchziehen selbst eine grössere Härte

*) Man braucht dazu Löcher aus sehr harten Steinen, z. B. Rubin oder Sapphir, die ausserordentlich lange genau denselben Durchmesser und dieselbe Form behalten.

erlangen als massive Dräthe. Hat aber der Mechaniker nicht die nöthige Vorrichtung, den hohlen Drath über einen Dorn durch das Drathloch zu ziehen, so sind die massiven Stiele unbedingt vorzuziehen; denn wenn man einen hohlen Drath ohne Dorn durch ein Loch zieht, so wird er nothwendig unregelmässig, und sein Durchschnitt ist nicht in seiner ganzen Länge vollkommen gleich. Dass aber der Stiel einen in seiner ganzen Länge vollkommen gleichen Durchschnitt habe, ist eine so nothwendige Bedingung für die Genauigkeit der Angaben des Alkoholometers, dass sie vor allen Dingen erfüllt sein muss.

Wir wollen nun wieder ein Alkoholometer construiren, wie das aus dem ersten Beispiel mit dem Unterschiede, dass der Stiel hohl sei, d. h. wir wollen wieder $\rho'' = 0,175$, $L = 8$, $\frac{l}{l'} = 2$, $R' = 1,2296$ machen; dabei sei die Dicke der Wandung des Stiels $\frac{1}{5}$ Millimeter oder $\rho'' - \rho''' = 0,02$,

$$\text{also da } \rho'' = 0,175, \rho''' = 0,155,$$

$$\text{wir haben also } \frac{\rho''^2}{\rho''^2 - \rho'''^2} = 4,6402.$$

Oben hatten wir $z^3 = 0,33164$ gefunden: dieser Werth, im Verhältniss von 4,6402 zu 1 vermindert, giebt für

$$z^3 = 0,07147$$

$$z = 0,4150.$$

Um den neuen Werth von y^3 zu finden, hat man zu dem früher gefundenen den Unterschied des vorigen und letzten Werthes von z^3 , also $0,33164 - 0,07147 = 0,26017$ hinzu zu addiren, und erhält

$$y^3 = 7,7477$$

$$y = 1,9788$$

$$y'^3 \text{ wird um } As' = \frac{3}{4} L \rho'''^2 = 0,1444 \text{ kleiner,}$$

$$\text{also } y'^3 = 7,0943$$

$$y' = 1,9215$$

$$\text{woraus endlich } y - y' = 0,0573.$$

Die Dicke der Wandung übertrifft also $\frac{1}{2}$ Mill., was durchaus hinreichend ist, wenn das Messing, aus dem die Hohlkugel A gefertigt worden, stark gehämmert worden ist; sie ist nahe doppelt so gross, als sie bei einem massiven Stiel ausfiel.

Wir wollen nun untersuchen, ob man ein Alkoholometer wie das obige, aber mit 3 Anhängengewichten und einem hohlen Stiel construiren kann. Oben haben wir gesehen, dass ein solches Alkoholometer mit einem massiven Stiel unmöglich ist. Es sei wieder $\rho'' = 0,30$; wir wollen $\rho''' = 0,25$ machen, d. h. die Wandung des Stiels sei $\frac{1}{2}$ Millimeter, so haben wir $\rho''^2 = 0,09$ und $\rho'''^2 = 0,0625$, also $\frac{\rho''^2}{\rho''^2 - \rho'''^2} = 3,2727$, woraus das neue z^3 folgenden Werth erhält:

$$z^3 = \frac{1,2014}{3,2727} = 0,3671$$

$$z = 0,7160.$$

Statt $y^3 = 7,8286$ aber erhalten wir

$$y^3 = 7,8286 + 0,8343 = 8,6629,$$

$$\text{also } y = 2,0538.$$

Für y'^3 aber erhalten wir $8,6628 - \frac{3}{4} L \rho''^2 = 8,1228$ oder $y' = 2,0102$, woraus $y - y' = 0,0436$. Die Dicke der Wandung der Hohlkugel A wird also etwas weniger als $\frac{1}{2}$ Millimeter betragen.

Man kann also allerdings ein solches Spiritometer construiren; aber hier stellt sich ein anderes Bedenken ein. Aus der pag. 60 mitgetheilten Tabelle nämlich sieht man, dass wenn man den Stiel in 60 Theile theilt, bei 38 % jeder Theil 0,6 % beträgt; das heisst, die Empfindlichkeit eines so getheilten Spiritometers ist nicht gross genug; wenn man aber den Stiel in 120 Theile theilt, um nur 0,3 % für jeden Theil zu haben, so beträgt die Grösse jedes Theils nur $\frac{2}{3}$ Millimeter, welches eine zu feine Theilung gäbe. Wenn man dagegen die Länge verdoppelt, so hat man $L = 16$, und das Spiritometer bekommt ganz andere Dimensionen, wie man aus der folgenden Rechnung sehen kann, nämlich:

1) z^3 wird doppelt so gross, also $= 0,7342$, woraus $z = 0,90214$;

2) y^3 wird ebenfalls doppelt so gross, da beide Glieder seines Ausdrucks sich verdoppeln, also $y^3 = 17,3258$, woraus $y = 2,5876$;

3) y'^3 wird auch doppelt so gross, also $y'^3 = 16,2456$; $y' = 2,5327$, also $y - y' = 0,0549$.

Diese Construction ist demnach allerdings möglich, nur bekommt die Hohlkugel A einen sehr grossen Durchmesser, nämlich 5,1752 C., und das ganze Spiritometer wird sehr lang, nämlich wenigstens 25 C.

Beispiel 4. Man will ein Spiritometer construiren, welches dem ähnlich ist, von welchem im 2. Beispiel die Rede war. Die Anzahl der Anhängewichte sei 3, mithin $R' = 1,1875$; es sei $L = 8$; $\rho'' = 0,2$; $\frac{l}{l'} = 2$; das Metall aber, aus welchem das Spiritometer verfertigt worden, sei Aluminium, (dessen specifisches Gewicht 2,70), also $r = 0,3704$. Wenn man diese Werthe in die obigen Formeln setzt, so erhält man

$$z^3 = 0,6976$$

$$z = 0,8869$$

$$y^3 = 3,3158$$

$$y = 1,4912$$

$$y'^3 = 3,0020$$

$$y' = 1,4426$$

$$y - y' = 0,0386.$$

Die Dicke der Wandung der Hohlkugel A beträgt mithin etwa $\frac{2}{3}$ Millimeter, was bei weitem hinreichend ist. Man kann also ein Alkoholometer, welches einen massiven Stiel von 8 C. Länge hat und nicht mehr als 3 Anhängengewichte, nicht aus Messing, wohl aber aus Aluminium verfertigen.

Wenn man die untere Kugel C um 1 C. auszieht, damit das Instrument aufrecht schwimme, so ist dessen Totallänge $14\frac{1}{2}$ C., welches eine sehr bequeme Länge ist, und die Entfernung der untern Kugel C von der mittlern Hohlkugel A 1,4 C., was hinreichend ist, um die Anhängengewichte einzuschieben. Es ist wohl nicht nöthig darauf aufmerksam zu machen, dass die Werthe R' , R'' etc. mit dem Werthe $r = 0,1190$ berechnet worden sind, dass also die Anhängengewichte nicht von Aluminium, sondern von Messing zu machen sind.

Gegen dieses Spiritometer lässt sich nur die Einwendung machen, dass es nicht empfindlich genug ist.

Wir haben schon oben gesehen, dass wenn der Stiel 8 C. lang ist und in 60 Theile getheilt wird, oder wenn jeder Theil $1\frac{1}{3}$ mm. beträgt, so giebt in der Nähe von 38 % jeder Theil 0,6 %; damit also jeder Theil 0,3 % betrage, muss der Stiel noch einmal so lang gemacht werden, oder wir müssen $L = 16$ nehmen. Wir erhalten alsdann

$$\begin{aligned} z^3 &= 1,3952 \\ z &= 1,1174 \\ y^3 &= 6,6316 \\ y &= 1,8787 \\ y'^3 &= 6,0040 \\ y' &= 1,8175 \\ y - y' &= 0,0612 \end{aligned}$$

Die Wanddicke der Hohlkugel A wird also mehr als $\frac{1}{2}$ Millimeter betragen.

Die Totallänge dieses Spiritometers, wenn man 1 C. für die Anhängengewichte hinzufügt, damit es aufrecht schwimme, ist 25 C.; für die Anhängengewichte bleiben 3 C.

Ein so langer Stiel von 4 mm. Durchmesser hat keine rechte Haltung und wird leicht krumm gebogen; wir wollen also versuchen, ihn hohl zu machen, weil wir wissen, dass eine hohle über einen Dorn gezogene Röhre steifer ist als ein massiver Drath von demselben Durchmesser; die Wanddicke des Stiels sei 0,05. Wir haben nun wie vorher $\rho'' = 0,20$, aber $\rho''' = 0,15$, sonst bleibt Alles wie vorher. Wir erhalten so

$$\rho''^2 = 0,0400; \rho'''^2 = 0,0225, \text{ also}$$

$$\begin{aligned} \rho''^2 - \rho'''^2 &= 0,0175 \\ z^3 &= 0,6104 \\ z &= 0,8483 \\ y^3 &= 7,4164 \\ y &= 1,9501 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y'^3 &= 5,7940 \\ y' &= 1,7961 \\ y - y' &= 0,1540. \end{aligned}$$

Die Totallänge wird nun 24,3, wenn man 1° bei den Anhängengewichten zugiebt, damit das Alkoholometer aufrecht schwimme, d. h. wir haben in der Länge nur wenig gewonnen, desto mehr aber in der Dicke der Hohlkugel A, deren Wände jetzt 1½ Millimeter dick sind.

Noch ist der Fall zu betrachten, wo die 3 Theile des Alkoholometers — Stiel, mittlere Hohlkugel und unteres Gegengewicht — von verschiedenen Metallen gemacht sind; es ist in der That wichtig, dass der Stiel so leicht wie möglich sei, das Gegengewicht dagegen ein grosses spec. Gewicht habe, damit es dem Mittelpunkt der Hohlkugel so nahe wie möglich gerückt werden könne, wodurch das ganze Instrument kürzer und deshalb auch transportabler wird. Wir wollen das Raumverhältniss des Metalles, aus welchem die mittlere Hohlkugel gemacht ist, fortfahren mit r zu bezeichnen*), das Raumverhältniss aber der Metalle, aus denen der Stiel und das untere Gegengewicht besteht, mit r' und r'' , so bekommen die Gleichungen I, II. und III. folgende Gestalt:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{r'} + \frac{(y^3 - y'^3)}{r} + \frac{z^3}{r''} = \frac{\rho^3 + y^3 + z^3}{R} \\ \text{II.} \quad & \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{r'} + \frac{y^3 - y'^3}{r} + \frac{z^3}{r''} = \frac{y^3 + z^3}{R'} \\ \text{III.} \quad & \frac{\lambda (y^3 - y'^3)}{r} + (\lambda + l) \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{r'} = (l' - \lambda) \frac{z^3}{r''} \end{aligned}$$

woraus

$$\lambda = \frac{\frac{l' \cdot z^3}{r''} - \frac{l (\rho^3 - \rho'^3)}{r'}}{\frac{(y^3 - y'^3)}{r} + \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{r'} + \frac{z^3}{r''}}$$

oder da nach Gleichung I. und II.

$$\begin{aligned} & \frac{(y^3 - y'^3)}{r} + \frac{(\rho'^3 - \rho^3)}{r'} + \frac{z^3}{r''} = \frac{y^3 + z^3}{R'} \\ & \lambda = \frac{\frac{l' z^3}{r''} - \frac{l (\rho^3 - \rho'^3)}{r'}}{\frac{1}{R'} \cdot (y^3 + z^3)}. \end{aligned}$$

Wir haben aber auch $\lambda = \frac{z^3 \cdot l'}{y^3 + z^3}$. Wenn man diese beiden Werthe von

*) Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass bei der Berechnung der Werthe von R', R'', R''' etc. und p_1, p_2, p_3 etc. derjenige Werth von r zu nehmen ist, der dem Metalle entspricht, aus welchem die Gewichte gemacht sind, und dass das Raumverhältniss der Metalle, aus welchen das Spiritometer gemacht ist, keinen Einfluss hat auf den Werth von R', R'' etc., p_1, p_2 etc.

λ gleich setzt, so hat man

$$R' \left[\frac{l' z^3}{r''} - \frac{l (\rho^3 - \rho'^3)}{r'} \right] = z^3 \cdot l'$$

woraus endlich

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{\left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'} \right)}.$$

Nun ist aber nach I. und II.

$$\frac{1}{R} (\rho^3 + y^3 + z^3) = \frac{1}{R'} (y^3 + z^3)$$

woraus wir schon oben gefunden haben, dass

$$\begin{aligned} y^3 &= \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \rho^3 - z^3 \\ &= -\frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{(\rho^3 - \rho'^3)}{\left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'} \right)} + \frac{\rho^3}{R \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R} \right)} \end{aligned}$$

Wir haben ferner aus I.

$$y^3 - y'^3 = \frac{r (\rho^3 + y^3 + z^3)}{R} - \frac{r (\rho^3 - \rho'^3)}{r'} - \frac{r z^3}{r''}$$

$$\text{also } y'^3 = y^3 \left(1 - \frac{r}{R} \right) + z^3 \left(\frac{r}{r''} - \frac{r}{R} \right) + \rho^3 \left(\frac{r}{r'} - \frac{r}{R} \right) - \rho'^3 \frac{r}{r'}.$$

Setzt man nun wieder, wie oben,

$$\rho^3 - \rho'^3 = \frac{3}{2} \frac{(l - y)(s - s')}{\pi}$$

$$\rho^3 = \frac{3}{2} \frac{(l - y)}{\pi} \cdot s$$

$$\rho'^3 = \frac{3}{2} \frac{(l - y)}{\pi} \cdot s'$$

so hat man endlich, wenn man $\frac{\frac{3}{2} (l - y)}{\pi} = A$ macht,

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot A (s - s') \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'} \right)} \quad \text{VI*}.$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1 \right)} \cdot A s - z^3 \quad \text{VII*}.$$

$$y'^3 = y^3 \left(1 - \frac{r}{R} \right) + z^3 \left(\frac{r}{r''} - \frac{r}{R} \right) + As \left(\frac{r}{r'} - \frac{r}{R} \right) - As' \cdot \frac{r}{r'} \left. \vphantom{\frac{r}{r'}} \right\} \text{VIII.}^*$$

$$= r \cdot \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + As \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) - As' \cdot \frac{1}{r'} \right]$$

Wir haben auch $y^3 + z^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot As$

woraus $s = \frac{2}{3} \left(\frac{R}{R'} - 1 \right) \cdot \frac{\pi}{(l-y)} \cdot (y^3 + z^3).$

Da nun z^3 immer gegen y^3 eine ziemlich kleine Grösse ist, so kann man $z^3 = 0$ setzen und hat alsdann als erste Annäherung

$$\frac{s(l-y)}{y^3} = \frac{2\pi}{3} \left(\frac{R}{R'} - 1 \right) \quad \text{IX.}$$

Aus dieser Formel kann man gleich beurtheilen, wie gross das Verhältniss des Durchmessers der mittleren Hohlkugel zu der Länge und Dicke des Stiels genommen werden muss.

Es sei $L = 8^c$; $\rho'' = 0,2$; der Stiel sei massiv und aus Aluminium; die mittlere Hohlkugel A aus Messing, das Endgewicht C aber aus Platina, also $r = 0,1200$, $r' = 0,3704$, $r'' = 0,0476$ (oder $\frac{1}{r} = 8,3333$, $\frac{1}{r'} = 2,7000$, $\frac{1}{r''} = 21,0000$); man habe 3 Anhängengewichte, also $R = 1,2585$ und $R' = 1,1875$; und es sei endlich $\frac{l}{l'} = 2$, so haben wir

$$z^3 = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{r'} \cdot L \rho''^2 \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot L \rho''^2 - z^3$$

$$y'^3 = r \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + 3 L \rho''^2 \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) \right]$$

woraus:

$$z^3 = 0,06429$$

$$z = 0,4006$$

$$y^3 = 3,9491$$

$$y = 1,5806$$

$$y'^3 = 3,7832$$

$$y' = 1,5582$$

$$y - y' = 0,0224.$$

Die Wände der mittleren Hohlkugel werden also $\frac{1}{4}$ Millimeter dick, und das Instrument bekommt folgende Dimensionen:

Länge des Stiels (Aluminium) massiv und rund	8,00 Cent.
Durchmesser desselben	0,40
Durchmesser der mittleren Hohlkugel (Messing)	3,16
Durchmesser der untersten Kugel (massiv, Platina)	0,80
Ganze Länge des Instruments mit Zusatz von 1^c	13,77.

Nimmt man den Stiel doppelt so lang, also $L = 16$, so erhält man:

$$\begin{aligned} z^3 &= 0,1287 \\ z &= 0,5047 \\ y^3 &= 7,8983 \\ y &= 1,9915 \\ y'^3 &= 7,5670 \\ y' &= 1,9632 \\ y - y' &= 0,0283. \end{aligned}$$

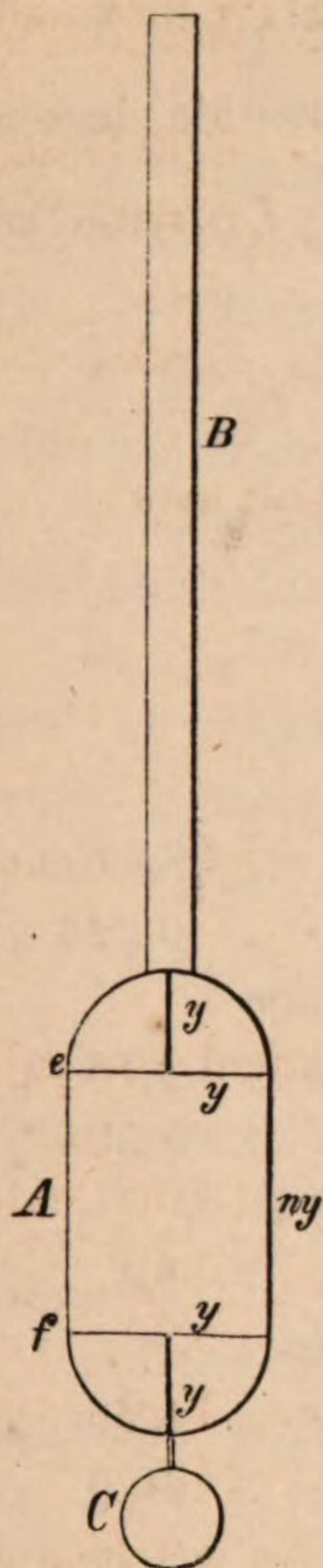
Wir haben eine Dicke der Wandung der mittleren Hohlkugel von mehr als $\frac{1}{4}$ Millimeter und folgende Dimensionen:

Länge des Stiels, massiv, Aluminium	16,00 Cent.
Durchmesser desselben	0,40
Durchmesser der Hohlkugel A , Messing	3,98
Durchmesser der untersten Kugel, Platina, massiv	1,00
Ganze Länge des Instruments (nebst Zusatz von 1^c)	24,5

Es bleibt uns noch übrig, denjenigen Fall zu betrachten, in welchem der mittlere Theil A des Spiritometers, der bisher eine Hohlkugel war, eine andere Form hat. Obgleich die Birnform, der breitere Theil nach oben gekehrt, die vortheilhafteste Form wäre, weil dabei das Metacentrum des Instruments höher fallen, als bei allen übrigen Formen, und deshalb dasselbe sich am besten aufrecht erhalten würde, so hat doch diese Form mancherlei Schwierigkeiten in der Ausführung und ist deshalb, so viel ich weiss, noch nicht versucht worden. Wir wollen uns deshalb hier nur mit derjenigen Form beschäftigen, die die gewöhnlichste ist, und die den Vortheil darbietet, dass das Instrument in seinen horizontalen Dimensionen kleiner wird, und deshalb keinen so breiten Glaszylinder erfordert, um die Probe zu machen, was zu seiner Transportfähigkeit sehr viel beiträgt — ich meine die Form eines Cylinders mit halbkugelförmigen Enden, siehe Fig. 14. Wir wollen den Radius des Cylinders wieder mit y bezeichnen und annehmen, die obere und untere Halbkugel, die den Mittelkörper nach oben und nach unten begrenzen, seien mit diesem Radius beschrieben; die Seite ef des Cylinders sei ny gleichgesetzt, wo n irgend eine willkürlich gewählte Zahl bedeutet, und alle übrigen Bezeichnungen bleiben dieselben. Der körperliche Inhalt eines solchen Körpers ist

$$\pi y^3 \left(\frac{4}{3} + n \right)$$

Fig. 14.



Wenn man den inneren Radius der beiden Hohlkugeln, die den Körper *A* oben und unten begrenzen, mit y' bezeichnet und den inneren Raum dem äusseren vollkommen ähnlich nimmt, also auch die innere Seite gleich ny' setzt, so hat man für den körperlichen Inhalt des inneren Raumes den ähnlichen Ausdruck

$$\pi y'^3 \left(\frac{4}{3} + n \right)$$

und der körperliche Inhalt des ganzen Hohlkörpers wird

$$\pi \left(\frac{4}{3} + n \right) (y^3 - y'^3).$$

Wir haben also in den oben angeführten Gleichungen

$$\pi \left(\frac{4}{3} + n \right) y^3 \text{ statt } 4 \pi y^3$$

$$\text{und } \pi \left(\frac{4}{3} + n \right) (y^3 - y'^3) \text{ statt } \frac{4}{3} \pi (y^3 - y'^3)$$

zu setzen, oder

$$\left(1 + \frac{3}{4}n \right) y^3 \text{ für } y^3$$

$$\left(1 + \frac{3}{4}n \right) (y^3 - y'^3) \text{ für } (y^3 - y'^3)$$

zu substituieren.

Die Gleichungen VI*), VII*) und VIII*) erhalten also jetzt folgende Gestalt:

$$\text{VI**) } z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} L (\rho''^2 - \rho'''^2) \cdot \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$\text{VII**) } y^3 = \frac{1}{1 + \frac{3}{4}n} \cdot \left[\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1 \right)} \cdot L \rho'' - z^3 \right]$$

$$\begin{aligned} \text{VIII**) } y'^3 = & \frac{r}{\left(1 + \frac{3}{4}n \right)} \left[\left(1 + \frac{3}{4}n \right) y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) \right. \\ & \left. + \frac{3}{4} L \rho''^2 \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) - \frac{3}{4} \frac{L \rho'''^2}{r'} \right] \end{aligned}$$

Beispiel 1. Der Stiel sei hohl und aus Aluminium gefertigt, der Hohlcylinder *A* ebenfalls aus Aluminium, die untere Kugel *C* (massiv) aber von Aluminiumbronze; es sei ein Spiritometer mit 6 Anhängengewichten zu verfertigen, so haben wir:

$$R = 1,2585; R' = 1,2174; \frac{1}{r} = \frac{1}{r'} = 2,7; \frac{1}{r''} = 7,7.$$

Es sei ferner die Seite des Hohlcyinders A 4 mal so gross als dessen Radius, also $n = 4$, $1 + \frac{3}{4} n = 4$, $\rho'' = 0,2$ und $\rho''' = 0,15$; $L = 9,6$, so erhält man, wenn man $L = 96^{\text{mm}}$ setzt

$$z^3 = 0,2861$$

$$z = 0,6589$$

$$y^3 = 2,6245$$

$$y = 1,379$$

$$y' = 1,280$$

$$y - y' = 0,099.$$

Hieraus erhält man folgende Dimensionen:

Länge des Stiels (massiv und rund) Aluminum	9,6 Cent.
Radius desselben	0,225 „
Durchmesser des mittleren Hohlcyinders, oder Durchmesser der untern und obern Hohlkugel-Hälfte (Aluminium) . . .	2,75 „
Höhe des cylindrischen Theils des Mittelkörpers	5,50 „
(Dicke des Metalls, aus dem die Hohlkugel besteht 1^{mm})	
Durchmesser der untern Kugel (Aluminiumbronze)	1,3 „
Entfernung des Mittelpunkts der untern Kugel von dem unter- sten Punkt des Hohlkörpers	1,25 „
Totallänge des Instruments	20,0 „

Die Probe giebt Folgendes:

Gewicht des Stieles	4,122
„ „ hohlen Mittelkörpers	23,750
„ der untern Kugel	9,229
Totalgewicht	37,101
„ des vom Stiel verdrängten Alcohols	1,213 „
„ „ Mittelkörpers	34,942 „
„ von der untern Kugel	0,952 „
Summa	37,107 C.

Diese beiden Grössen sind so wenig von einander unterschieden, dass man sie als gleich ansehen kann.

Zusammenstellung der Formeln.

Erklärung der Buchstaben in den Formeln.

- I. ρ'' äusserer Halbmesser des Stiels } wenn der Stiel eine kreisförmige
 ρ''' innerer Halbmesser desselben } Section hat
 α, α' und β, β' äussere und innere Querdimension des Stiels, wenn sein
 Durchschnitt ein Rechteck ist.
 y Radius der mittlern Hohlkugel oder des Schwimmers.

z Radius der untern massiven Kugel, die als Gegengewicht dient.

L Länge des Stiels.

r, r', r'' Raumverhältniss der Metalle, aus denen die Hohlkugel, der Stiel und das Gegengewicht gemacht sind.

R Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer bis zum obersten Theilstrich einsinkt.

R' Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer bis zum untersten Theilstrich (bis Null) einsinkt.

l, l' Entfernungen der Mittelpunkte des Stiels und des Gegengewichts vom Mittelpunkt der Hohlkugel.

Hat der Schwimmer nicht die Form einer Kugel, sondern die eines Cylinders (mit kreisförmigem Durchschnitt), dessen beide Basen Halbkugeln sind, so sind y und y' der äussere und innere Halbmesser der beiden Halbkugeln, ny und ny' die Seiten des äusseren und inneren Cylinders.

A. Der Schwimmer hat die Gestalt einer Kugel.

I. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind aus verschiedenen Metallen, deren Raumverhältnisse r, r' und r'' gefertigt, deren specifische Gewichte also $\frac{1}{r}, \frac{1}{r'}$ und $\frac{1}{r''}$ sind.

a) Der Stiel ist hohl, und sein Durchschnitt kreisförmig, sein äusserer und innerer Halbmesser sind ρ'' und ρ''' .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} L (\rho''^2 - \rho'''^2) \cdot \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1\right)} \cdot \frac{3}{4} \cdot L \rho''^2 - z^3$$

$$y'^3 = r \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} L \left(\frac{\rho''^2 - \rho'''^2}{r'} - \frac{\rho''^2}{R} \right) \right]$$

b) Der Stiel ist hohl, sein Durchschnitt ein Rechteck, die Seiten des äussern Rechtecks sind α und β , die Seiten des innern α' und β' .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} (\alpha\beta - \alpha'\beta') \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}\right)}$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1\right)} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \cdot \alpha\beta \cdot - z^3$$

$$y'^3 = r \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \cdot \left(\frac{\alpha\beta - \alpha'\beta'}{r'} - \frac{\alpha\beta}{R} \right) \right]$$

c) Der Stiel ist massiv, sein Durchschnitt kreisförmig

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3$$

$$y'^3 = r \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} L \rho'' \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) \right]$$

d) Der Stiel ist massiv, sein Durchschnitt rechteckig

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \left(\frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}} \right)$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{L}{\pi} \alpha \beta - z^3$$

$$y'^3 = r \left[y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) \right]$$

II. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind aus demselben Metall gemacht, dessen Raumverhältniss = r .

a) Der Stiel ist hohl und hat einen kreisförmigen Durchschnitt, der äussere Halbmesser desselben ist ρ'' , der innere ρ''' .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} L (\rho''^2 - \rho'''^2) \cdot \frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3$$

$$y'^3 = r \left(\frac{1}{r} - 1 \right) \left(y^3 + z^3 + \frac{3}{4} L \rho''^2 \right) - \frac{3}{4} L \rho'''^2$$

b) Der Stiel ist hohl, hat einen rechteckigen Durchschnitt, dessen äussere Seiten α und β , dessen innere Seiten α' und β' sind.

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \cdot \alpha \beta \cdot \frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \cdot \alpha \beta - z^3$$

$$y'^3 = r \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \left(y^3 + z^3 + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \right) - \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha' \beta'$$

c) Der Stiel ist massiv und rund, der Halbmesser desselben ρ''

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 \frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R}{R'} - 1\right)} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 - z^3.$$

$$y'^3 = r \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \left(y^3 + z^3 + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \right)$$

d) Der Stiel ist massiv, sein Durchschnitt ein Rechteck, dessen Seiten α und β .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R'} \right)$$

$$y^3 = \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta - z^3$$

$$y'^3 = r \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \left(y^3 + z^3 + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha \beta \right)$$

B. Der Schwimmer hat die Gestalt eines hohlen Cylinders mit kreisförmigem Durchschnitt, der aber unten und oben durch hohle Halbkugeln verschlossen ist; der äussere Halbmesser des Hohlcyinders, so wie der hohlen Halbkugeln ist y , die äussere Seite des Hohlcyinders ist ny ; der innere Halbmesser des Hohlcyinders ny' , so wie der hohlen Halbkugeln ist y' , die innere Seite des Hohlcyinders ny' .

I. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind von verschiedenen Metallen gefertigt, deren Raumverhältnisse r , r' und r'' , deren specifische Gewichte also $\frac{1}{r}$, $\frac{1}{r'}$, $\frac{1}{r''}$ sind.

a) Der Stiel ist hohl und hat einen kreisförmigen Durchschnitt und der äussere und innere Halbmesser sind ρ'' und ρ''' .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} L (\rho''^2 - \rho'''^2) \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(1 + \frac{3}{4} n\right)} \cdot \left[\frac{3}{4} \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot L \rho''^2 - z^3 \right]$$

$$y'^3 = \frac{r}{1 + \frac{3}{4} n} \cdot \left[\left(1 + \frac{3}{4} n\right) y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} L \rho''^2 \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R} \right) - \frac{3}{4} \frac{L \rho'''^2}{r'} \right]$$

b) Hat der Stiel einen rechteckigen Durchschnitt, so ist $\frac{L}{\pi}$ statt L , $\alpha \beta$ statt ρ''^2 und $\alpha' \beta'$ statt ρ'''^2 zu setzen.

c) Der Stiel ist massiv, sein Durchschnitt ist kreisförmig und sein Halbmesser ρ'' .

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r'} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{r''} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{1 + \frac{3}{4} n} \left[\frac{3}{4} \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot L \rho''^2 - z^3 \right]$$

$$y'^3 = \frac{r}{1 + \frac{3}{4} n} \cdot \left[\left(1 + \frac{3}{4} n \right) y^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r''} - \frac{1}{R} \right) + \frac{3}{4} L \rho''^2 \right]$$

d) Hat der Stiel einen rechteckigen Durchschnitt, dessen Seiten α und β sind, so setzt man in die letzten Formeln

$$\frac{L}{\pi} \text{ statt } L. \quad \alpha \beta \text{ statt } \rho''^2.$$

II. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind aus demselben Metall gefertigt, dessen Raumverhältniss $= r$.

a) Der Stiel ist hohl und hat einen kreisförmigen Durchschnitt, dessen äusserer und innerer Halbmesser ρ'' und ρ''' sind.

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} L (\rho''^2 - \rho'''^2) \frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{1 + \frac{3}{4} n} \cdot \left[\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot L \rho''^2 - z^3 \right]$$

$$y'^3 = \frac{r}{1 + \frac{3}{4} n} \left[\left(1 + \frac{3}{4} n \right) y^3 + z^3 + \frac{3}{4} L \rho''^2 \right] \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) - \frac{3}{4} L \rho'''^2$$

b) Der Stiel ist massiv und hat einen kreisförmigen Durchschnitt, dessen Halbmesser ρ'' ist.

$$z^3 = \frac{l}{l'} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{3}{4} L \rho''^2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R'}}$$

$$y^3 = \frac{1}{1 + \frac{3}{4} n} \left(\frac{3}{4} \frac{1}{\frac{R}{R'} - 1} \cdot L \rho''^2 - z^3 \right)$$

$$y'^3 = \frac{r}{1 + \frac{3}{4} n} \left[\left(1 + \frac{3}{4} n \right) y^3 + z^3 + \frac{3}{4} L \rho''^2 \right] \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

c) und d). Ist der Durchschnitt des Stiels ein Rechteck, dessen Seiten α und β sind, so setzt man in die obigen Formeln $\frac{L}{\pi}$ statt L und $\alpha\beta$ statt ρ'^2 .

Nicht zu übersehen ist, dass für die obigen Formeln die Voraussetzung gilt, dass die Schwerpunkte des Instruments und der verdrängten Flüssigkeit, wenn das Alkoholometer bis zum untern Ende des Stiels taucht, zusammenfallen; damit aber das Instrument aufrecht schwimme, muss das Gegengewicht etwas herabgesetzt werden, und in den meisten Fällen wird ein Centimeter hinreichend sein, um den man also die Entfernung des Gegengewichts vom Mittelpunkt des Schwimmers vergrössern muss. Der Stiel muss selbstverständlich immer etwas länger sein, als die Theilung, wir wollen z. B. $\frac{1}{2}$ Centimeter oben und unten zugeben. Dann aber, wenn man genau rechnen will, muss für R der Werth des Raumverhältnisses einer Flüssigkeit gesetzt werden, in welche das Alkoholometer nicht bloss bis ans Ende der Theilung sondern bis ans Ende des Stiels hineinsinkt; ebenso muss für R' das Raumverhältniss derjenigen Flüssigkeit gesetzt werden, in welches das Alkoholometer nicht nur bis zum Nullpunkt sondern bis zum untern Ende des Stiels hineinsinkt. Wir wollen z. B. annehmen, dass wir die Rechnung für 3 Anhängengewichte führen wollen, so dass also $R = 1,2585$ und $R = 1,1875$, dass die ganze Länge der Theilung aber 8 Cent. betrage; so haben wir für 8° einen Zuwachs von 0,0710 des Raumverhältnisses, also für $\frac{1}{2}$ Centimeter eine Zunahme von 0,0044; wir müssten also eigentlich in die Formel $R = 1,2629$ und $R' = 1,1831$ setzen, und auch $L = 9$ machen; wir erhalten für das pag. 67 angeführte Beispiel alsdann folgende Werthe:

$$\begin{aligned} z^3 &= 0,07230 \\ z &= 0,4166 \\ y^3 &= 3,9277 \\ y &= 1,578 \\ y'^3 &= 3,790 \\ y' &= 1,5592 \\ y - y' &= 0,019 \end{aligned}$$

Der Schwimmer wird also noch ein wenig dünner, doch ist der Unterschied nicht sehr gross.

Es wird rathsam sein, nach vollendeter Rechnung eine Probe zu machen; indem man das Gewicht des Instruments mit dem Gewicht des Alkohols (oder welche Flüssigkeit es sei) vergleicht, welcher von dem Instrument verdrängt wird, wenn es bis zum obersten Ende des Stiels eintaucht; diese Gewichte müssen einander gleich sein.

Bezeichnet man das Gewicht des Instruments mit P , das Gewicht des verdrängten Alkohols mit A , so hat man:

A. Der Schwimmer hat die Gestalt einer Kugel.

I. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind aus verschiedenen Metallen gefertigt, deren Raumverhältnisse r , r' und r'' sind.

a) der Stiel ist hohl und cylindrisch

$$P = \pi \left[\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{r''} z^3 + \frac{4}{3} \frac{1}{r} (y^3 - y'^3) + \frac{1}{r'} \cdot L \cdot (\rho''^2 - \rho'''^2) \right]$$

$$A = \frac{\pi}{R} \cdot \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} y^3 + L \rho''^2 \right]$$

b) Der Stiel ist hohl und rechteckig

$$P = \frac{4}{3} \pi \cdot \frac{1}{r''} z^3 + \frac{4}{3} \pi \frac{1}{r} \cdot (y^3 - y'^3) + \frac{1}{r'} \cdot L (\alpha\beta - \alpha'\beta')$$

$$A = \frac{1}{R} \left[\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi y^3 + L \alpha\beta \right]$$

c) Der Stiel ist massiv und cylindrisch

$$P = \pi \left[\frac{4}{3} \frac{1}{r''} z^3 + \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{r} (y^3 - y'^3) + \frac{1}{r'} L \rho''^2 \right]$$

$$A = \frac{\pi}{R} \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} y^3 + L \rho''^2 \right]$$

d) Der Stiel ist massiv und rechteckig

$$P = \frac{4}{3} \pi \frac{1}{r''} z^3 + \frac{4}{3} \pi \frac{1}{r} (y^3 - y'^3) + \frac{1}{r'} L \alpha\beta$$

$$A = \frac{1}{R} \left[\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi y^3 + L \alpha\beta \right]$$

II. Schwimmer, Stiel und Gegengewicht sind von demselben Metall angefertigt, dessen Raumverhältniss r ist.

a) Der Stiel ist hohl und cylindrisch

$$P = \frac{\pi}{r} \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} (y^3 - y'^3) + L (\rho''^2 - \rho'''^2) \right]$$

$$A = \frac{\pi}{R} \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} y^3 + L \rho''^2 \right]$$

b) Der Stiel ist hohl und rechteckig

$$P = \frac{1}{r} \left(\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi (y^3 - y'^3) + L (\alpha\beta - \alpha'\beta') \right)$$

$$A = \frac{1}{R} \left[\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi y^3 + L \alpha\beta \right]$$

c) Der Stiel ist massiv und cylindrisch

$$P = \frac{\pi}{r} \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} (y^3 - y'^3) + L \rho'^2 \right]$$

$$A = \frac{\pi}{R} \left[\frac{4}{3} z^3 + \frac{4}{3} y^3 + L \rho'^2 \right]$$

d) Der Stiel ist massiv und rechteckig

$$P = \frac{1}{r} \left[\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi (y^3 - y'^3) + L \alpha \beta \right]$$

$$A = \frac{1}{R} \left[\frac{4}{3} \pi z^3 + \frac{4}{3} \pi y^3 + L \alpha \beta \right]$$

B. Der Schwimmer hat die Gestalt eines Cylinders mit halbkugelförmigen Enden.

y Halbmesser der Halbkugel,

ny Seite des Cylinders.

Man hat nur in den obigen Formeln y^3 sowohl als $(y^3 - y'^3)$ mit $\left(1 + \frac{4}{3} n\right)$ zu multipliciren.

Alkoholometer besonderer Construction.

I. Alkoholometer, deren Gewicht mit Einschluss der Anhängengewichte immer constant bleibt.

Bei jedem Alkoholometer ohne Anhängengewichte, auf dessen Stiel alle Raumverhältnisse von 1 bis 1,2585 verzeichnet sind, braucht man nur, wie wir schon gesehen haben, der abgelesenen Zahl eine 1 vorzusetzen, um das Raumverhältniss der betreffenden Flüssigkeit zu erhalten. Sinkt z. B. das Alkoholometer bis 2080 ein, so ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit 1,2080 und so fort.

Nicht so einfach ist es bei dem Alkoholometer mit Anhängengewichten, bei welchem das Gewicht des Alkoholometers sich ändert, wenn man das Anhängengewicht ändert; man kann also nicht so unmittelbar aus der abgelesenen Zahl das Raumverhältniss der Flüssigkeit finden. Damit das sei, müssen folgende Bedingungsgleichungen erfüllt sein:

$$R - R' = R' - R'' = R'' - R''' \text{ etc.}$$

Diese Bedingungen können, wie wir gleich sehen werden, erfüllt werden, wenn die Raumverhältnisse der Anhängengewichte p_1, p_2, p_3 etc. verschiedene Werthe haben, wir wollen also diese mit r_1, r_2, r_3 etc. bezeichnen. Wir haben alsdann (s. pag. 36)

$$\begin{array}{l|l} 1 + p_1 = \frac{R + p_1 r_1}{R'} & 1 + p_2 = \frac{R + p_2 r_2}{R''} \\ 1 + p_1 = \frac{R' + p_1 r_1}{R''} & 1 + p_2 = \frac{R' + p_2 r_2}{R'''} \end{array}$$

minimale
auf Wurf
Klein-ger
L

Wir wollen nun das Intervall zwischen den Raumverhältnissen 1 und R oder $R - 1$ in 3 gleiche Theile theilen, also

$$R' = \frac{2}{3} (R - 1) + 1$$

$$R'' = \frac{1}{3} (R - 1) + 1$$

$$R''' = 1$$

setzen, so haben wir, wenn man in diesen Gleichungen für R' , R'' und R''' ihre oben bestimmten Werthe substituirt, nach einigen Reductionen

$$p_1 r_1 = -\frac{1}{3} (R - 1)$$

$$p_2 r_2 = -\frac{2}{3} (R - 1)$$

$p_1 r_1$ und $p_2 r_2$ sind aber offenbar die Volumina der Gewichte p_1 und p_2 in Wasser ausgedrückt.

Diese Volumina sind also negativ, d. h. sie müssen von dem Volumen des Schwimmers (oder desjenigen Theils des Alkoholometers, welcher sich unterhalb des Nullpunkts befindet) abgezogen werden.

Wir haben auch nach dem Vorhergehenden (pag. 36)

$$1 = \frac{R - v}{R'}$$

oder da $R' = \frac{2}{3} (R - 1) + 1$

$$v = \frac{1}{3} (R - 1)$$

woraus man sieht, dass

$$v = -p_1 r_1;$$

v ist aber das Volumen des Stiels zwischen den beiden Endpunkten der Theilung, das ganze Volumen des Alkoholometers bis zum unteren Endstriche $= R'$ gesetzt.

Setzt man die eben gefundenen Werthe von $p_1 r_1$ und $p_2 r_2$ in die Gleichungen

$$1 + p_1 = \frac{R + p_1 r_1}{R'}$$

$$1 + p_2 = \frac{R + p_2 r_2}{R''}$$

so erhält man

$$p_1 = p_2 = 0$$

d. h. der Alkoholometer muss bloss um die Volumina $p_1 r_1$ und $p_2 r_2$ vermindert werden, ohne sein Gewicht zu ändern.

Um also gleiche Intervalle zwischen R und R' , R' und R'' , R'' und R'''

etc. zu erhalten, müssen wir erst $p_1 r_1 = v$ und $p_2 r_2 = 2v$ machen und dann diese Volumina nach einander von dem Volumen des unterhalb der Flüssigkeit sich befindenden Alkoholometers abziehen, ohne das Totalgewicht des Alkoholometers (mit Einschluss des Anhängengewichts) zu verändern. Da man aber von dem Volumen des Schwimmers nichts abnehmen kann, wohl aber etwas zulegen, und da überdies diese Zulage so geschehen soll, dass das Totalgewicht (mit Einschluss der Zusatzgewichte) sich nicht ändere, so verfährt man auf folgende Weise:

Man giebt erst dem Alkoholometer ein solches Anhängengewicht No. 1, dass jenes in Wasser bis 0 einsinkt; das Volumen dieses Anhängengewichts sei v' ; dabei muss die Theilung des Stiels eine solche Länge haben, dass das Alkoholometer mit dem Gewichte No. 1 in die Flüssigkeit R'' bis zum obern Endpunkte der Theilung einsinkt. Alsdann macht man aus dem Anhängengewicht einen Hohlcyylinder, dessen Volumen $v + v'$ ist; mit diesem Hohlcyylinder als Anhängengewicht wird das Alkoholometer in der Flüssigkeit R'' bis 0 einsinken, in der Flüssigkeit R' aber bis zum obern Endpunkt der Theilung. Nun macht man einen zweiten Hohlcyylinder, dessen Gewicht dem Gewicht des ersten Hohlcyinders gleich ist, dessen Volumen aber $2v + v'$ ist; vertauscht man nun den ersten Hohlcyylinder mit dem zweiten, so wird das Alkoholometer in der Flüssigkeit R' bis zum Nullpunkt einsinken. In der Flüssigkeit R aber wird das Alkoholometer, mit dem zweiten Hohlcyylinder beschwert, bis zum obern Endpunkt der Theilung einsinken.

Das eben beschriebene Alkoholometer wird also ein massives und 2 hohle Anhängengewichte haben. Die Gewichte aller 3 Anhängengewichte sind unter einander gleich, das Volumen des ersten, dessen Gewicht wir mit p bezeichnen wollen, ist pr , wo r das Raumverhältniss des Metalls bedeutet, aus welchem das Gewicht No. 1 gemacht ist; die Volumina der 3 Anhängengewichte sind also pr , $pr + v$ und $pr + 2v$, und ihre Raumverhältnisse r , $\frac{pr + v}{p}$, $\frac{pr + 2v}{p}$.

Der Werth von p ist willkürlich, das Gewicht No. 1 muss nur gross genug sein, dass man aus demselben noch einen Hohlcyylinder machen kann, dessen Volumen $pr + 2v$ ist, und dessen Wände dennoch Widerstand genug besitzen, um nicht beim Gebrauch zusammengedrückt werden zu können. Dabei muss freilich auch $P + p$ so gross sein, dass das Alkoholometer in Wasser bis 0

einsinkt. Wir haben schon oben gesehen, dass $v = \frac{1}{3} (R - 1)$, oder da $\frac{1}{3} (R - 1) = R - R' = R' - R'' = R'' - 1$

$$v = (R'' - 1).$$

Um die an einem solchen Alkoholometer gemachte Ablesung sogleich in das entsprechende Raumverhältniss übertragen zu können, wollen wir uns erst die Sache so viel wie möglich erleichtern; wir wollen den Stiel in 80 gleiche

Theile theilen und unten 0, oben 80 schreiben, und als die äussersten Raumverhältnisse 1 und 1,2400 annehmen, d. h. das Alkoholometer sinke mit dem Anhängengewicht No. 1 bis 0 in Wasser und mit dem Anhängencylinder No. 3 bis 80 in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss 1,2400 ist*).

Wir haben alsdann folgende Raumverhältnisse für die verschiedenen Einsenkungen des Alkoholometers:

Anhängengewicht.	Einsenkung.	Raumverhältniss.	Entsprechende % in Alcohol.
No. 1 (massiv)	0	1,000	0,0
	80	1,080	54,2
No. 2 (hohl)	0	1,080	54,2
	80	1,160	80,7
No. 3 (hohl)	0	1,160	80,7
	80	1,240	97,5

Man sieht also, dass wenn das Anhängengewicht No. 1 angehängt ist, man die abgelesene Zahl nur durch 1000 zu dividiren und 1 hinzu zu addiren hat, um das entsprechende Raumverhältniss zu finden. Bei No. 2 dividirt man ebenfalls die abgelesene Zahl durch 1000, man addirt aber nicht 1, sondern 1,08 hinzu. Beim Anhängencylinder No. 3 endlich dividirt man ebenfalls die abgelesene Zahl durch 1000 und addirt 1,16 hinzu.

Um dem Gedächtniss zu Hülfe zu kommen und jeden Irrthum zu vermeiden, kann man auf dem Anhängencylinder No. 1 die Zahl 1000 graviren lassen, auf dem Anhängencylinder No. 2 die Zahl 1,080 und auf dem Anhängencylinder No. 3 die Zahl 1,160; alsdann hat man zu dieser Zahl nur noch die am Stiel abgelesene Zahl hinzuzuaddiren.

Haben wir zum Beispiel mit dem Anhängencylinder No. 3 die Zahl 57 abgelesen, so ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit $1,160 + 57$, also 1,217, oder haben wir mit dem Anhängengewicht No. 2. die Zahl $33\frac{1}{2}$ abgelesen, so ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit $1,080 + 33,5 = 1,1135$.

Wenn man eine beliebige Anzahl von Anhängengewichten anwenden will, kann man den obigen Formeln folgende allgemeine Form geben, indem man auf die pag. 36 angegebene Grundformeln zurückgeht, nachdem man $P + p_1 = P + p^2 = P + p^3 = 1$ gesetzt hat.

Wir erhalten nämlich alsdann

$$R' = V + v + p_1 r_1$$

$$R'' = V + p_1 r_1$$

$$R''' = V + v + p_2 r_2$$

$$R^{iv} = V + p_2 r_2$$

und so fort,

$$\text{woraus } R' - R'' = R'' - R''' = R''' - R^{iv} = \text{etc.} = v = p_1 r_1 - p_2 r_2 \\ = p_2 r_2 - p_3 r_3 = \text{etc.}$$

*) Dieses Raumverhältniss entspricht einem Procentgehalt an Alcohol von 97,5%.

Oder auch, da $p_1 = p_2 = p_3 = \text{etc.}$

$$\frac{R' - R''}{p_1} = \frac{R'' - R'''}{p_1} = \frac{R''' - R^{IV}}{p_1} = \text{etc.} = (r_1 - r_2) = (r_2 - r_3) = \text{etc.}$$

Wir wollen nun das ganze Intervall zwischen dem Raumverhältniss des Wassers, welches der Einheit gleich ist, und dem Raumverhältniss der leichtesten Flüssigkeit, welche wir mit R' bezeichnet haben, erst in 4 gleiche Theile theilen, so haben wir

$$R' - R'' = R'' - R''' = R''' - R^{IV} = R^{IV} - 1 = \frac{R' - 1}{4}$$

also auch

$$\frac{R' - 1}{4 p_1} = r_1 - r_2 = r_2 - r_3 = r_3 - r_4 \text{ etc.}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{(R' - 1)}{p_1} = r_1 - r_4; \text{ woraus } p_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{(R' - 1)}{r_1 - r_4}$$

An einem Beispiel wird man am besten sehen, wie diese sehr einfache Formel zu gebrauchen ist.

Es sei $R' = 1,2000$, so haben wir also

$$p_1 = \frac{3}{4} \left(\frac{0,2000}{r_1 - r_4} \right)$$

Will man nun zwischen den Raumverhältnissen r_1 und r_4 keinen grössern Unterschied zulassen als den der Raumverhältnisse des leichtesten und des schwersten Metalls, also von dem Platina und dem Aluminium, nämlich 0,0465*) und 0,3702**), deren Differenz 0,3237 ist, so haben wir

$$p_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{0,2000}{0,3237} = 0,4634$$

wobei $P + p_1 = 1$ gesetzt ist.

Theilt man nun das Intervall zwischen 1,2000 und 1,000 in 4 Theile, so findet man nach und nach, da

$$r_1 - r_2 = r_2 - r_3 = r_3 - r_4 = \frac{0,3237}{3} = 0,1079$$

$$r_1 = 0,3701 \text{ oder spec. Gew.} = 2,7$$

$$r_2 = 0,2623 \quad " \quad " \quad = 3,8$$

$$r_3 = 0,1541 \quad " \quad " \quad = 6,5$$

$$r_4 = 0,0465 \quad " \quad " \quad = 21,5$$

$$v = 0,5000; V = 0,9785; P = 0,5366,$$

$$\text{also auch } R = \frac{V + v}{P} = 2,7552.$$

Man sieht, dass das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welcher das Alkoholometer ohne Anhängengewicht bis zum obersten Ende der Theilung

*) Spec. Gewicht 21,5.

**) Spec. Gewicht 2,5.

eintauchen wird, weit über das Raumverhältniss des Alkohols hinausgeht; dass man also die Raumverhältnisse aller Flüssigkeiten, welche zwischen 1,2585 und 1,2000 liegen, mit diesem Alkoholometer nicht bestimmen kann. Man wird deshalb wohl thun, gar nicht auf diese Flüssigkeiten Rücksicht zu nehmen und das Alkoholometer so einzurichten, dass es erst mit dem ersten Anhängengewicht versehen aufrecht zu schwimmen anfängt, obgleich es alsdann ohne Anhängengewicht selbst in reinem Alkohol umfallen wird.

Will man das Intervall zwischen dem grössten Raumverhältniss und der Einheit in eine beliebige Zahl von Theilen theilen, so hat man

$$p_1 = \frac{n-1}{4} \frac{(R' - 1)}{r_1 - r_4}$$

wobei r_1 und r_4 das grösste und das kleinste Raumverhältniss der Anhängengewichte bezeichnen.

Wir wollen hiernach noch 2 verschiedene Alkoholometer berechnen, die von praktischem Nutzen werden können.

Bei dem ersten sei $R' = 1,2400$; die Anzahl der Anhängengewichte $n = 4$, das grösste und kleinste Raumverhältniss der Metalle, aus denen die Anhängengewichte gemacht sind, wieder 0,3702 und 0,0465, so haben wir

$$p_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{1,2400}{0,3237} = 0,5561.$$

Die Raumverhältnisse der einzelnen Gewichte sind wieder dieselben wie im vorhergehenden Beispiele. Für die Werthe von R' , R'' , R''' etc. erhalten wir

$$\begin{aligned} R' &= 1,2400 \text{ oder } 97,5\% \\ R'' &= 1,1800 \text{ „ } 85,7\% \\ R''' &= 1,1200 \text{ „ } 68,9\% \\ R^{IV} &= 1,0600 \text{ „ } 45,1\% \\ R^V &= 1,0000 \text{ „ } 0,0\% \end{aligned}$$

Als zweites Beispiel wollen wir den Fall nehmen, wo das 4^{te} Anhängengewicht von Messing ist, also $r_4 = 0,12$, während die übrigen Gewichte ebenfalls von Messing, aber hohl sind, wodurch man ihnen jedes beliebige Raumverhältniss zu geben im Stande ist; dabei wollen wir aber nicht das Raumverhältniss des Wassers überschreiten. Es sei also wieder

$$\begin{aligned} R' &= 1,2400 \\ R'' &= 1,1800 \\ R''' &= 1,1200 \\ R^{IV} &= 1,0600 \\ R^V &= 1,0000 \end{aligned}$$

Den Werth von $r_1 - r_4$ aber wollen wir so nehmen, dass $\frac{R' - 1}{r_1 - r_4} = \frac{1}{3}$ wird, also da $r_4 = 0,12$, $r_1 = 0,84$; wir haben alsdann $p = \frac{1}{4}$.

Da $P + p_1 = 1$ gesetzt worden, so ist

$$P = 3 p_1.$$

Wir haben also folgende Werthe von r_1, r_2 etc.

$$r_1 = 0,84; r_2 = 0,60; r_3 = 0,36; r_4 = 0,12$$

und folgende Volumina der Anhängengewichte, wobei $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = \frac{1}{4}$

$$\begin{aligned} p_1 r_1 &= 0,21 \text{ für den stärksten Spiritus} \\ p_1 r_2 &= 0,15 \\ p_1 r_3 &= 0,09 \\ p_1 r_4 &= 0,03 \text{ für Wasser.} \end{aligned}$$

Ferner da $P + p = V + p_1 r_4$ und auch $P + p_1 = \frac{V + v + p_1 r_4}{R^{\text{IV}}}$

$$V = 0,9700$$

$$v = 0,0600.$$

Da alle diese Zahlen sich auf $(P + p)$ als Einheit beziehen, so müssen sie alle mit 60 multiplicirt werden, wenn man $P + p_1 = 60^{\text{gr}}$ setzt; wir erhalten alsdann alle Gewichte in Grammen, alle Volumina in Cubikcentimetern ausgedrückt, also für das 2^{te} Beispiel

$$\begin{aligned} P &= 45 \text{ Gramm} \\ p_1 &= 15 \text{ „} \\ p_1 r_1 &= 12,6 \text{ Cubikcentimeter} \\ p_1 r_2 &= 9,0 \text{ „} \\ p_1 r_3 &= 5,4 \text{ „} \\ p_1 r_4 &= 1,8 \text{ „} \\ V &= 58,2 \text{ „} \\ v &= 3,6 \text{ „} \end{aligned}$$

Ein solches Alcoholometer würde den grossen Vortheil darbieten, dass es sogleich das Raumverhältniss der untersuchten Flüssigkeit angäbe; man brauchte nur den Stiel in 60 gleiche Theile zu theilen, und das Gewicht, mit welchem der Alcoholometer in Wasser bis 0 sinkt (hierbei ist angenommen, dass 0 am untern Ende, 60 aber am obern Ende desselben sich befindet) mit 1,000 zu bezeichnen, das folgende Gewicht (dessen Volumen $p_1 r_3$ ist) mit 1,060, das 3^{te} Gewicht (dessen Volumen $p_1 r_2$ ist) mit 1,120 und endlich das 4^{te} Gewicht (dessen Volumen $p_1 r_1$ ist) mit 1,180 zu bezeichnen, alsdann brauchte man nur, um das Raumverhältniss der Flüssigkeit zu finden, nur zu der auf dem Anhängengewichte verzeichneten Zahl die Ablesung der Theilung hinzuzufügen. Man habe z. B. auf dem Anhängengewichte die Zahl 1,060 abgelesen, auf der Theilung des Stiels aber 52,50, so ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit

$$1,060 + 52 = 1,112$$

und so fort.

Um die Ergebnisse in Volumen- oder Gewichtsprocente Alkohol zu verwandeln, bedient man sich der Tafel IX oder X.

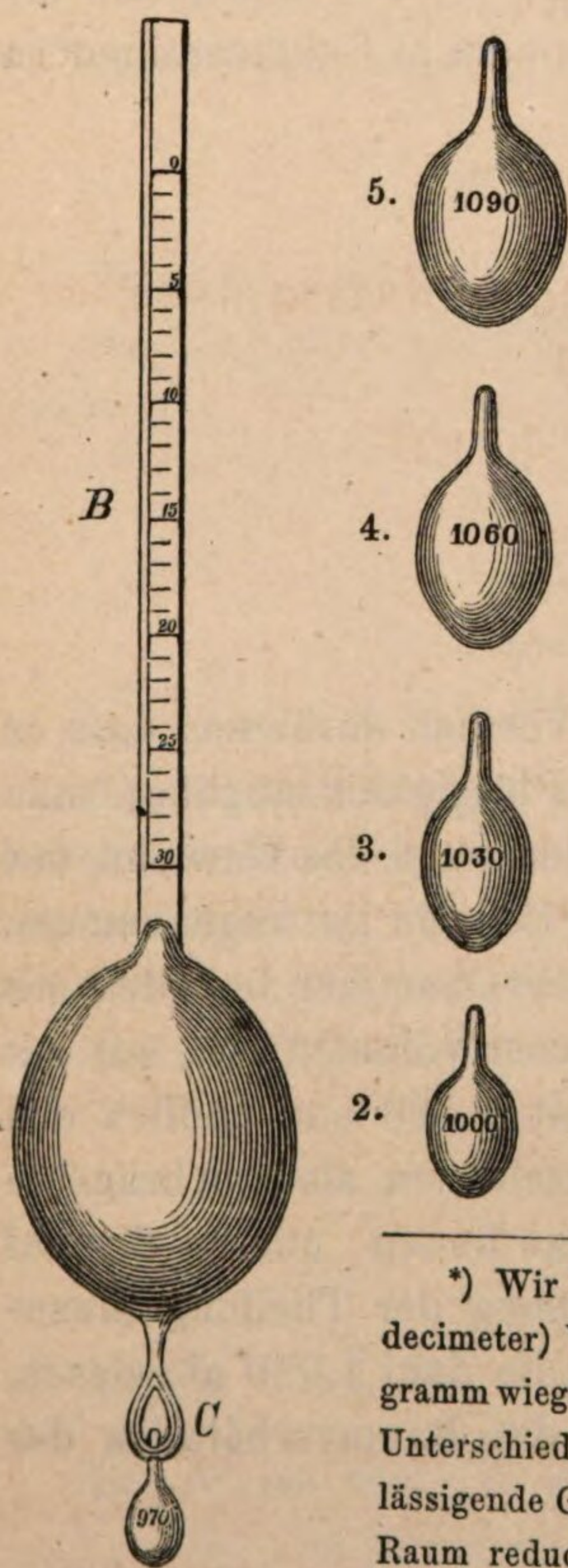
Die eben angeführte Probe giebt nach der Tafel

66,2% (Volumprocente) oder 58,5% (Gewichtsprocente).

Die eben beschriebenen Alkoholometer bieten den Vorthail dar, dass es mittelst ihrer Angaben leicht ist, das Maass einer Flüssigkeit aus ihrem Gewicht zu bestimmen; denn wenn ein Kilogramm*) Wasser im Maass einen Liter beträgt, so ist das Maass von 1 Kilogramm irgend einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss R ist, $= R$ Liter. Um also das Maass einer weingeistigen Flüssigkeit zu wissen, braucht man sie nur zu wägen und ihr Gewicht in Kilogrammen ausgedrückt mit der unmittelbaren Angabe des eben beschriebenen Alkoholometers zu multipliciren, so erhält man ihr Maass in Litern ausgedrückt.

II. Bate's Sacharometer.

Fig. 15.



In England ist ein Aräometer mit hohlen Anhängengewichten eingeführt, welches auf ganz anderen Principien beruht; man will nämlich unmittelbar die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten erhalten, nicht die Raumverhältnisse. Dies Instrument ist unter dem Namen Sacharometer bekannt, weil es unmittelbar das specifische Gewicht von Zuckerauflösungen und dergleichen Flüssigkeiten giebt, die wenig schwerer als Wasser sind.

Das englische Sacharometer, welches nach dem Namen seines Erfinders Bate's Sacharometer genannt wird, und von Potter, dem Nachfolger Bate's (31 Poultry London) sehr gut ausgeführt wird, ist Fig. 15 abgebildet. Es ist, wie man aus der Figur sieht, ein gewöhnliches metallisches Aräometer, mit dem Unterschiede, dass der untere Ring C unten eine Oeffnung hat, durch welche man eins von den Gewichten No. 1 bis 5 stecken kann, wie es in der Figur angezeigt ist.

*) Wir haben schon in der Einleitung bemerkt, dass ein Liter (oder Kubikdecimeter) Wasser nur bei der Temperatur seiner grössten Dichtigkeit ein Kilogramm wiegt, also etwas weniger bei der Normaltemperatur $12^{\circ},4\text{R.}$, aber dieser Unterschied beträgt nur etwa $\frac{1}{10}$ Procent, also eine im Handel zu vernachlässigende Grösse. Indem man die erhaltenen Gewichte nicht auf den luftleeren Raum reducirt, begeht man ungefähr einen ebenso grossen Fehler, den man auch zu vernachlässigen gewohnt ist.

Der Stiel *B* des Aräometers, dessen Durchschnitt ein Rechteck ist, ist in 30 gleiche Theile getheilt, die Null befindet sich oben, der Theilstrich 30 am untern Ende.

In Wasser (von der Normaltemperatur 60° Fahr. $= 12^{\circ},4$ R.) sinkt das Aräometer mit dem Gewicht No. 1 beschwert bis 30° ; in derselben Flüssigkeit sinkt es bis 0° , wenn es mit dem Gewicht No. 2 beschwert ist.

Die einzelnen Theile des Sacharometers, den ich in Händen gehabt habe, haben folgende Gewichte:

Gewicht des Sacharometers	21,962 gr.
des Anhängengewichts No. 1	10,345
No. 2	12,347
No. 3	14,442
No. 4	16,550
No. 5	18,725.

Die Gewichte der Anhängengewichte durch das Gewicht des Alkoholometers dividirt, geben:

$$p_1 = 0,47104$$

$$p_2 = 0,56121$$

$$p_3 = 0,6576$$

$$p_4 = 0,7536$$

$$p_5 = 0,8526.$$

Die Volumina der Anhängengewichte wurden durch Wägung derselben in und ausserhalb Wasser bestimmt und sind folgende:

Volumen No. 1	1,515 Kubikcentimeter
No. 2	2,527
No. 3	3,542
No. 4	4,538
No. 5	5,530

Man sieht, dass der Unterschied der aufeinanderfolgenden Volumina immer derselbe bleibt; er ist immer sehr nahe der Einheit gleich.

Bezeichnet man das Volumen des Aräometers ohne Anhängengewicht bis zum untersten mit 30 bezeichneten Theilstrich, wie wir immer gethan haben, mit V und das Volumen des Stiels zwischen den Theilstrichen 0 und 30 mit v , beide in Kubikcentimetern ausgedrückt (oder durch das in Grammen ausgedrückte Gewicht des Wassers, von dem sie ausgefüllt werden), das Gewicht des Aräometers aber ohne Anhängengewicht mit P ; so haben wir

$$P + 10,345 = V + 1,515 + v$$

$$\text{und } P + 12,347 = V + 2,527$$

also $v = 0,990$, wofür man, da man nicht voraussetzen kann, dass das Instrument bis auf $\frac{1}{100}$ Centimeter genau gearbeitet ist, auch $v = 1$ setzen kann.

Man sieht also, dass bis auf sehr kleine Abweichungen, die gewiss ausser-

halb der Absicht des Mechanikers lagen, die Volumina der Anhängengewichte gerade um das Volumen des Stiels zwischen den Strichen 0 und 30 abnehmen und dass dieses gerade der Einheit gleich ist.

Mit dem Anhängengewicht No. 2 sinkt das Aräometer in Wasser (von 60° Fahr.) bis zum Theilstrich 0; er wiegt alsdann 34,309^{gr.}; das von ihm verdrängte Volumen Wasser ist also derselben Anzahl Kubikcentimeter gleich. Nimmt man nun das Aräometer aus dem Wasser und taucht es in eine andere Flüssigkeit, die ein kleineres Raumverhältniss hat, so steigt es in die Höhe; da nun das Volumen des Stiels zwischen den Theilstrichen 0 und 30 ein Kubikcentimeter beträgt; so wird es bis zum Theilstrich 30 einsinken in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss $\frac{33,309}{34,309}$, oder deren specifisches Gewicht $\frac{34,309}{33,309} = 1,030$ ist.

Obgleich nun freilich die Zunahme des specifischen Gewichts nicht in aller Schärfe der Abnahme des Raumverhältnisses proportional ist, so kann man doch sagen, da das specifische Gewicht von 0 bis 30 um 0,030 zunimmt, so nimmt es für jeden einzelnen Theil um 0,001 zu. Der Fehler, den man hierbei begeht, ist leicht zu berechnen; in der Mitte der Skale, wo er am grössten ist, ist offenbar der wahre Werth des Raumverhältnisses $\frac{33,809}{34,309}$ oder des specifischen Gewichts $\frac{34,309}{33,809} = 1,01479$, während die Theilung 1,015 geben muss; dieser Fehler beträgt nur 0,2 eines Theils und wird erst in der 4ten Decimale des specifischen Gewichts merklich. Da der Stiel von dem Punkte an, bis zu welchem er in Wasser einsinkt, bis zu dem Punkte, wo er in einer Flüssigkeit einsinkt, deren specifisches Gewicht 1,030 ist, in 30 gleiche Theile getheilt ist, so vermehrt jeder Theil das specifische Gewicht der Flüssigkeit um 0,001. Die kleine Rechnung, die man hier zu machen hat, wird sehr erleichtert, wenn man das Anhängengewicht No. 2 mit 1000 bezeichnet; alsdann findet man das specifische Gewicht der Flüssigkeit, in welche das Aräometer bis zu einem beliebigen Theilstrich herabsinkt, indem man die abgelesene Zahl zu 1000 addirt und ein Komma hinter die Einheit setzt. Sinkt z. B. das Aräometer mit dem Anhängengewicht No. 2 in einer Flüssigkeit bis zum Theilstrich 8, so ist das specifische Gewicht dieser Flüssigkeit 1,008 und so fort.

Ebenso ist es mit dem Anhängengewicht No. 3; mit demselben wiegt das Aräometer 36,404^{gr.}; so viel wiegt also auch die verdrängte Flüssigkeit, wenn der Aräometer bis 0 oder bis 30 einsinkt; im ersten Fall ist sein Volumen $V + 3,542 = 35,324$, im zweiten $V - 1 + 3,542 = 34,324$; wo V das Volumen des Aräometers bis zum obersten Strich 0 bedeutet; wir haben aber offenbar in Kubikcentimetern $V = 21,962 + 12,347 - 2,527 = 31,782$.

Das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist also im ersten Fall $\frac{36,404}{35,324} = 1,030$,

im zweiten Fall dagegen $\frac{36,404}{34,324} = 1,060$. Wenn man also das Anhängewicht No. 3 mit 1030 bezeichnet, so braucht man nur die abgelesene Zahl hinzu zu addiren und ein Komma hinter die Einheit zu setzen, so hat man das specifische Gewicht der Flüssigkeit. Hier beträgt der Fehler, den man begeht, indem man die Zunahme der specifischen Gewichte der Abnahme der Raumverhältnisse proportional setzt, auch nicht mehr als 0,2 eines Theils. So geht es immer weiter fort; das Anhängewicht No. 4 bekommt die Zahl 1060 und giebt die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten zwischen 1,060 und 1,090 an; das Gewicht No. 5 aber, welches mit 1090 bezeichnet ist, giebt das spec. Gewicht der Flüssigkeit von 1,090 bis 1,120 an.

Das Anhängewicht No. 1 dient dazu, das specifische Gewicht von Flüssigkeiten zu bestimmen, die leichter als Wasser sind, also sehr geringhaltige Branntweinssorten (low wines). Das Gewicht No. 1 ist mit 970 bezeichnet, und man braucht ebenfalls nur die vom Aräometer abgelesene Zahl zu 970 zu addiren, um das specifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit zu erhalten.

Es versteht sich von selbst, dass die unmittelbaren Anzeigen des Sacharometers nur bei der Normaltemperatur vollkommen richtig sind; bei allen andern Temperaturen bedürfen sie einer Correction. Um mit Leichtigkeit die scheinbaren Angaben des Sacharometers in wahre zu verwandeln, hat der Erfinder desselben eigene Tafeln veröffentlicht, von denen ein Exemplar jedes seiner Instrumente begleitet.

Die Theorie des englischen Sacharometers kann auch als ein besonderer Fall unserer allgemeinen Alkoholometer-Theorie angesehen werden, bei welcher der Werth von r sich von einem Anhängewichte zum andern ändert. Wir bekommen leicht die Werthe der Raumverhältnisse r, r_1, r_2 aller der Anhängewichte, wenn wir ihre Volumina durch ihre Gewichte dividiren. So erhalten wir das Raumverhältniss von No. 1 oder

$$r_1 = 0,1465$$

$$r_2 = 0,2047$$

$$r_3 = 0,2453$$

$$r_4 = 0,2742$$

$$r_5 = 0,2953.$$

Da das Volumen des Sacharometers ohne Anhängewicht bei $0^\circ = 31,782$, bei 30° aber 30,782 ist, das Gewicht desselben aber 21,962 beträgt, so ist, wenn wir die Raumverhältnisse der Flüssigkeiten, in welche das Sacharometer ohne Anhängewicht bis 0 und 30 einsinkt, mit R und L' bezeichnen,

$$R = \frac{31,782}{21,962} = 1,4471$$

$$R' = \frac{30,782}{21,962} = 1,4016$$

$$\text{also } R - R' = 0,0455.$$

Diese Zahl ist etwas mehr als der zehnte Theil der Zahl 0,4471; da aber die Intervalle zwischen den aufeinander folgenden Raumverhältnissen, die zu den beiden Endpunkten der Skale gehören, nach und nach abnehmen, so kann man annehmen, dass 11 Gewichte dazu gehören, um nach und nach von dem Raumverhältniss 1,4471 zu dem Raumverhältniss des Wassers 1,0000 herabzu-
steigen. Wir haben also nach dem Obigen (siehe pag. 37) folgende Formeln:

$$R' = r + \sqrt[12]{(R - r)^{11} \cdot (1 - r)}$$

$$R^{\text{XI}} = r + \sqrt[12]{(R - r_1)^{11} (1 - r_1)}$$

$$R^{\text{XII}} = 1,0000$$

$$R^{\text{XIII}} = r_3 + \sqrt[12]{\frac{(1 - r_3)^3}{R - r_3}}$$

$$R^{\text{XIV}} = r_4 + \sqrt[12]{\frac{(1 - r_2)^{14}}{(R - r_4)^2}}$$

$$R^{\text{XV}} = r_5 + \sqrt[12]{\frac{(1 - r_5)^{15}}{(R - r_5)^3}}$$

$$p_1 = \sqrt[12]{\left(\frac{R - r_1}{1 - r_1}\right)^{11}} - 1$$

$$p_2 = \sqrt[12]{\left(\frac{R - r_2}{1 - r_2}\right)^{12}} - 1$$

$$p_3 = \sqrt[12]{\left(\frac{R - r_3}{1 - r_3}\right)^{13}}$$

$$p_4 = \sqrt[12]{\left(\frac{R - r_4}{1 - r_4}\right)^{14}}$$

$$p_5 = \sqrt[12]{\left(\frac{R - r_5}{1 - r_5}\right)^{15}}$$

Setzt man in diese Formeln $R = 1,4471$; für r_1, r_2, r_3 etc. aber die oben gefundenen Werthe, so erhält man:

$$\frac{1}{R^{\text{XII}}} = 1,000$$

$$\frac{1}{R^{\text{XIII}}} = 1,030$$

$$\frac{1}{R^{\text{XIV}}} = 1,060$$

$$\frac{1}{R^{xv}} = 1,090$$

$$p_1 = 0,471$$

$$p_2 = 0,562$$

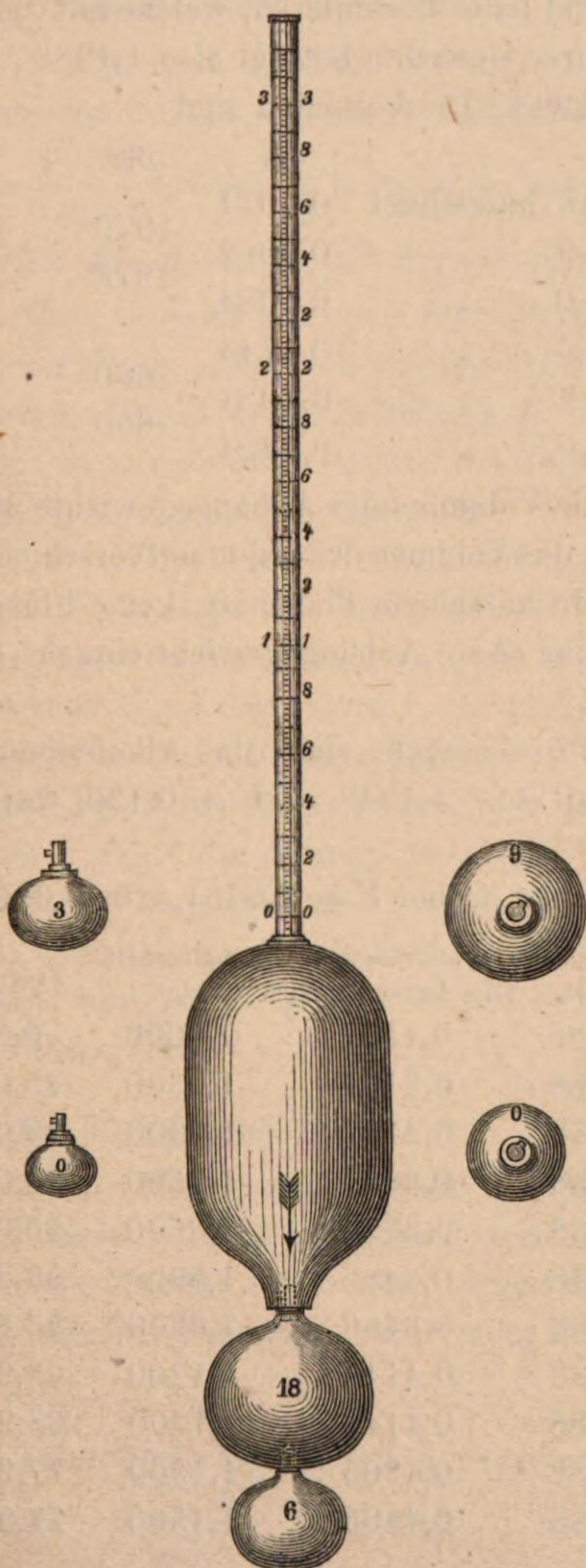
$$p_3 = 0,655$$

$$p_4 = 0,750$$

$$p_5 = 0,848.$$

Diese aus der Theorie berechneten Zahlen stimmen sehr gut mit denen überein, die die Erfahrung gegeben hat.

Fig. 16.



III. Geissler's Alkoholometer.

Das Alkoholometer, von Herrn Geissler in Bonn construiert, das ich eben unter Händen habe, ist eins von denen, dessen Theorie im Vorhergehenden gegeben worden ist; es ist ein Alkoholometer von constantem Gewicht und veränderlichem Volumen. Es besteht aus einem sehr dünnen, runden, hohlen und beiläufig 12,5 C. langen Stiel, in 30 Theile getheilt, von denen jeder noch in 5 kleinere Theile getheilt ist; der Nullpunkt der Theilung ist am untern Ende; der Schwimmer hat etwa 6 C. Länge und 3,2 C. Durchmesser; an seinem untern Ende wird es mit den kugelförmigen Hohlge-
wichten *a*, *b* beschwert, die sowohl mit dem Schwimmer als auch unter einander durch Bajonettverschluss verbunden sind, sich also beliebig und mit grosser Leichtigkeit ab- und anlegen lassen; solcher Anhängewichte giebt es 3 Paare; es werden immer zwei zugleich angehängt. Drei von ihnen nehmen immer den untersten Platz ein und haben deshalb auch unten keine Oeffnung, in welche man den Bajonettverschluss eines andern Gewichts einbringen könnte. Diese 3 Gewichte sind mit den Zahlen 0, 3

und 6 bezeichnet, die 3 anderen Gewichte tragen die Zahlen 0, 9, 18; sie nehmen in allen Combinationen den oberen Platz ein.

Der Stiel ist so abgeglichen worden, dass das Gewicht des von ihm verdrängten Wassers sich zu dem Gewicht des Wassers, welches vom Alkoholometer mit den Anhängengewichten 0 und 0 bis zum untersten Theilstrich verdrängt wird, verhält wie 0,03 zu 1. Da nun das vom Alkoholometer verdrängte Wasser 2,1988 wiegt, so wiegt das vom Stiel verdrängte Wasser 0,0660, welches auch das Volumen des Stiels in Kubik-Centimetern ausgedrückt ist. Setzen wir das Gewicht des ganzen Alkoholometers, mit Stiel aber ohne Anhängengewichte, der Einheit gleich, so wiegt jedes der oberen Anhängengewichte, welche mit 18, 9 und 0 bezeichnet sind, 0,9281, und jedes der unteren, welche mit 0, 3, 6 bezeichnet sind, 0,2707, die Summe ihrer Gewichte beträgt also 1,1988, mit dem Alkoholometer zusammen aber 2,1988. Die Volumina sind:

				pr	Diff.
Obere Gewichte	{	Gewicht mit 18 bezeichnet		0,5041	
		"	" 9	0,3062	1979
		"	" 0	0,1084	1978
Untere Gewichte	{	"	" 6	0,1744	
		"	" 3	0,1084	660
		"	" 0	0,0424	660

Hier ist noch zu bemerken, dass die Volumina der Anhängengewichte nicht genau bestimmt werden können, da man das Volumen des Bajonnettverschlusses mitbestimmt, welches, wenn das Gewicht an seinem Platze ist, keine Flüssigkeit verdrängt, da der Verschluss in das obere Anhängengewicht eingeht und mit in sein Volumen aufgenommen wird.

Mit den Anhängengewichten 0 und 0 versehen, sinkt das Alkoholometer bis 0 ein; wir haben also für diesen Fall $1 + 1,1988 = V + 0,150$, woraus $V = 2,0481$.

Wir haben nun folgende Combinationen, wobei $V = 2,0481$, $v = 0,0660$.

Oberes Gew.	Unteres Gew.	Stiel.	Totalgewicht $1 + p$	Totalvolumen der Anhängengew.	Raumverhält- niss.	Proc.
0	0	0	2,1988	0,1507	1,0000	0,0
0	0	30	2,1988	0,2167	1,0300	25,0
0	3	0	2,1988	0,2167	1,0300	25,0
0	3	30	2,1988	0,2827	1,0600	45,0
0	6	0	2,1988	0,2827	1,0600	45,0
0	6	30	2,1988	0,3486	1,0900	58,2
9	0	0	2,1988	0,3486	1,0900	58,2
9	0	30	2,1988	0,4146	1,1200	68,9
9	3	0	2,1988	0,4146	1,1200	68,9
9	3	30	2,1988	0,4805	1,1500	77,9
9	6	0	2,1988	0,4805	1,1500	77,9

Oberes Gew.	Unteres Gew.	Stiel.	Totalgewicht $1 + p$	Totalvolumen der Anhängengew.	Raumverhält- niss.	Proc.
9	6	30	2,1988	0,5465	1,1800	85,7
18	0	0	2,1988	0,5465	1,1800	85,7
18	0	30	2,1988	0,6124	1,2100	92,2
18	3	0	2,1988	0,6124	1,2100	92,2
18	3	30	2,1988	0,6784	1,2400	97,5
18	6	0	2,1988	0,6784	1,2400	97,5
18	6	30	2,1988	0,7444	1,2700	

Es sind also im Grunde 9 Anhängengewichte; alle von demselben Gewicht, deren Volumina vom ersten an um 0,0660 zunehmen.

Das kleinste Gewicht, welches wir mit 0 bezeichnet haben, hat ein Volumen von 0,0424 und ein Gewicht von 0,2707; sein specifisches Gewicht ist also $\frac{0,2707}{0,0424} = 6,4$, d. h. es ist so wie alle übrigen hohl, denn das specifische Gewicht des Messings, aus dem es gemacht ist, ist wenigstens 8,0.*)

Herr Geissler hat noch ein anderes Alkoholometer construirt nach demselben Princip, aber noch empfindlicher als das vorhergehende, mit einer noch grössern Anzahl der Gewichte, z. B. mit 11 Gewichten. Auch diese werden immer zu zweien aufgesteckt; die Volumina der obern 5 nehmen von 0,05 zu 0,05 ab, haben die Inschriften 20, 15, 10, 5, 0; die untern, deren es 6 giebt, nehmen von 0,01 zu 0,01 ab, haben also die Inschriften 5, 4, 3, 2, 1, 0. Der Stiel ist in 100 gleiche Theile getheilt. Wird das Alkoholometer mit der obern 0 und untern 0 beschwert, so sinkt es in Wasser bis 0 ein; verwechselt man die untere 0 mit der untern 1, so sinkt das Alkoholometer bis 100 ein in einer Flüssigkeit, deren Raumverhältniss 1,01 ist, und so fort für die übrigen. Man nimmt die hundertfache Summe der auf die Anhängengewichte geschriebenen Zahlen, addirt die Anzeige des Stiels hinzu und dividirt die erhaltene Zahl durch 10000 und setzt eine 1 vor, so hat man das Raumverhältniss der Flüssigkeit. Wir haben z. B. die Zahl 20 auf dem obern Gewicht, die Zahl 3 auf dem untern, und lesen die Zahl 70 auf dem Stiel ab, so ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit

1,2370

welches 97,0% entspricht.

Dieses Instrument ist sehr bequem, wenn es gilt, die Raumverhältnisse von Flüssigkeiten zu bestimmen, welche es unmittelbar angiebt; für alkoholometrische Zwecke ist es aber wegen der grossen Anzahl von Gewichten, die ein vielfaches Versuchen nothwendig machen, nicht sehr praktisch.

*) Herr Geissler macht diese Gewichte auch aus Glas, mit Messing überzogen.

IV. Alkoholometer mit aufgelegten Gewichten oder von constantem Volumen.

Wenn man die Gewichte p_1, p_2 etc. nicht unten anhänge, wo sie in die Flüssigkeit tauchen, sondern oben auflegte, so würde in den obigen Formeln $r = 0$; man hätte also, wenn man zugleich $R^{n+1} = 1$ macht,

$$R' = \sqrt[n+1]{R^n}$$

$$R^n = \sqrt[n+1]{R^{n-1}}$$

also im Allgemeinen $R^m = \sqrt[n+1]{R^{n-(m-1)}}$

und $p_1 = \sqrt[n+1]{R} - 1$

$$p_2 = \sqrt[n+1]{R^2} - 1$$

also im Allgemeinen $p_m = \sqrt[n+1]{R^m} - 1$

Es sei also z. B. $n = 8$, so haben wir

$R' = \sqrt[9]{R^8}$	$p_1 = \sqrt[9]{R} - 1$
$R'' = \sqrt[9]{R^7}$	$p_2 = \sqrt[9]{R^2} - 1$
$R''' = \sqrt[9]{R^6}$	$p_3 = \sqrt[9]{R^3} - 1$
$R^{IV} = \sqrt[9]{R^5}$	$p_4 = \sqrt[9]{R^4} - 1$
$R^V = \sqrt[9]{R^4}$	$p_5 = \sqrt[9]{R^5} - 1$
$R^{VI} = \sqrt[9]{R^3}$	$p_6 = \sqrt[9]{R^6} - 1$
$R^{VII} = \sqrt[9]{R^2}$	$p_7 = \sqrt[9]{R^7} - 1$
$R^{VIII} = \sqrt[9]{R}$	$p_8 = \sqrt[9]{R^8} - 1$
$R^{IX} = 1$	$p_9 = R - 1$

Hieraus findet man

$$R' = p_8 + 1$$

$$R'' = p_7 + 1$$

$$R''' = p_6 + 1$$

$$R^{VIII} = p_1 + 1$$

oder im Allgemeinen $R^m = p_{(n+1)-m} + 1.$

Bezeichnet man die Ordnungszahl des letzten Raumverhältnisses, d. h. das Raumverhältniss für Wasser, mit w , so hat man

$$w = n + 1$$

also auch im Allgemeinen $R^m = p_{w-m} + 1$.

Diese Formeln sind bedeutend einfacher als diejenigen, die wir oben für das Alkoholometer gefunden haben, dessen Anhängengewichte sich am unteren Ende desselben befinden, demnach mit in die Flüssigkeit tauchen; man sieht aber leicht ein, dass, wenn man die Zusatzgewichte oben auf den Stiel auflegen will, das Alkoholometer mit einem bedeutenden Gegengewicht beschwert sein muss, wenn es noch aufrecht in der Flüssigkeit schwimmen und nicht umfallen soll; dieses Gewicht müsste dem ganzen Gewicht des Alkoholometers abgenommen werden, dessen Wände deshalb sehr dünn oder dessen Dimensionen sehr gross gemacht werden müssten; und deshalb wird diese Methode wohl nie in Anwendung kommen.

V. Siemen's Alkoholometer

mit 3 gleichen Anhängengewichten.

Dieses sich eben sowohl durch seine Genauigkeit wie durch die treffliche Arbeit auszeichnende Alkoholometer ist von gehärtetem, angelassenem Stahl gefertigt, der auf galvanischem Wege eine Oberfläche von reinem Nickel erhalten hat. Der Schwimmer ist kugelförmig, der Stiel rechteckig, das Gegengewicht ebenfalls kugelförmig; die Anhängengewichte sind einander gleich an Gewicht und Volumen, es sind ihrer drei, aber da sie alle gleich sind, so hat man noch ein Paar Gewichte hinzugefügt, die als Reserve dienen. Die Anhängengewichte sind aus Neusilber gemacht, also $S = 8,608$ oder $r = 0,1162$.

Die Theorie dieses Alkoholometers ist sehr einfach; da er ohne Anhängengewicht in reinem Alkohol bis zum obern Ende der Theilung und mit 3 Anhängengewichten in reinem Wasser bis zum untern Ende der Theilung (Alles bei der Normaltemperatur) einsinkt, so sind $R = 1,2585$ und $R^{\text{IV}} = 1$ gegeben, sowie auch $r = 0,1162$, und wir finden leicht aus der Formel pag. 37

$$p_3 = 0,2122.$$

Wir wollen nun den dritten Theil dieses Gewichts nehmen und ihn mit p bezeichnen, so haben wir

$$p = 0,07073.$$

Nun haben wir aber auch nach dem Gesetz des Gleichgewichts schwimmender Körper (s. pag. 36), wenn man das Totalgewicht des Alkoholometers der Einheit gleich setzt

$$1 = \frac{V + v}{R}$$

$$1 = \frac{V}{R'}$$

$$1 + p = \frac{V + v + pr}{R''}$$

$$1 + p = \frac{V + pr}{R'''}.$$

$$1 + 2p = \frac{V + v + 2pr}{R^{IV}}$$

$$1 + 2p = \frac{V + 2pr}{R^V}$$

$$1 + 3p = \frac{V + v + 3pr}{R^{VI}}$$

$$1 + 3p = \frac{V + 3pr}{R^{VII}}$$

wo R, R', R'', R''' etc. folgende Bedeutung haben:

R ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer ohne Anhängengewicht bis zum obern Ende der Theilung einsinkt.

R' ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer ohne Anhängengewicht bis zum untern Ende der Theilung einsinkt.

R'' ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit einem Gewichte bis zum obern Ende der Theilung einsinkt.

R''' ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit einem Gewichte beschwert, bis zum untern Ende der Theilung einsinkt.

R^{IV} ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit zwei Gewichten beschwert bis zum obern Ende der Theilung einsinkt.

R^V ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit zwei Gewichten bis zum untern Ende der Theilung einsinkt.

R^{VI} ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit drei Gewichten beschwert bis zum obern Ende der Theilung einsinkt.

R^{VII} ist das Raumverhältniss der Flüssigkeit, in welche das Alkoholometer mit drei Gewichten beschwert bis zum untern Ende der Theilung einsinkt.

Wir haben angenommen, dass $R = 1,2585$ und $R^{VII} = 1$. Wenn man diese Werthe in die obigen Gleichungen substituirt, so erhält man nacheinander

1°. Aus der letzten Gleichung $1 + 3p = \frac{V + 3pr}{R^{VII}}$, da $p = 0,07$ und $r = 0,1162$, also $pr = 0,008134$, $V = 1,1875$.

2°. Aus der ersten Gleichung $R = \frac{V + v + pr}{1 + p}$; $v = 0,0710$.

Und aus den folgenden Gleichungen:

Ohne Gewicht	{	$R = 1,2588$	100%
			bis
		$R' = 1,1875$	87,5
Gewicht p	{	$R'' = 1,1838$	86,6
			bis
		$R''' = 1,1167$	67,7

$$\begin{aligned} \text{Gewicht } 2p & \left\{ \begin{array}{l} R^{\text{IV}} = 1,1169 \quad . \quad . \quad 67,8 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{bis} \\ R^{\text{V}} = 1,0547 \quad . \quad . \quad 42,3 \end{array} \right. \\ \text{Gewicht } 3p & \left\{ \begin{array}{l} R^{\text{VI}} = 1,0586 \quad . \quad . \quad 44,3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{bis} \\ R^{\text{VII}} = 1,0000 \quad . \quad . \quad 0 \end{array} \right. \end{aligned}$$

Diese Combination ist indess nicht annehmbar, da der Werth von R'' kleiner als der Werth von R' ist; ein solches Alkoholometer würde alle Werthe von 1,1828 bis 1,1875 (oder den Procentgehalt von 86,6 bis 87,5) nicht angeben können. Wir müssen also p und deshalb auch V ein wenig grösser machen und eben deshalb auch v ein wenig verändern, so jedoch, dass $V + v = R$ denselben Werth behält. Die Grenzwerte dieser Grössen treten ein, wenn $R' = R''$, also

$$V = \frac{V + v + pr}{1 + p}$$

wobei sowohl $V + v = R$, so wie auch $1 + 3p = V + 3pr$ bleiben muss.

Wir haben also:

$$V = \frac{R + pr}{1 + p}$$

und

$$V = 1 + 3p - 3pr.$$

Das giebt eine quadratische Gleichung, deren Auflösung giebt

$$1 + p = \frac{1}{3} + \sqrt{\frac{(R-1)}{3(1-r)}} + \frac{4}{9}$$

Setzt man in diese Gleichung $R = 1,2585$ und $r = 0,1162$, so erhält man

$$1 + p = 1,06946$$

$$p = 0,06946$$

$$pr = 0,0080643$$

und hieraus, da

$$V = \frac{R + pr}{1 + p}$$

$$V = 1,1844$$

$$v = 0,0741$$

also

$$\begin{array}{l} R = 1,2585 \quad . \quad . \quad . \quad 100,0\% \\ R' = 1,1844 \quad . \quad . \quad . \quad 86,8 \\ R'' = 1,1844 \quad . \quad . \quad . \quad 86,8 \\ R''' = 1,1151 \quad . \quad . \quad . \quad 67,2 \\ R^{\text{IV}} = 1,1193 \quad . \quad . \quad . \quad 68,6 \\ R^{\text{V}} = 1,0542 \quad . \quad . \quad . \quad 42,1 \\ R^{\text{VI}} = 1,0615 \quad . \quad . \quad . \quad 45,8 \\ R^{\text{VII}} = 1,0000 \quad . \quad . \quad . \quad 0,0 \end{array} \left\{ \right.$$

Wenn man den Stiel des Alkoholometers in 100 Theile theilt, so giebt zwischen 0 % und 45,8 % jeder Theil desselben eine Zunahme von 0,000615 im Raumverhältniss an. Da nun der Unterschied des Raumverhältnisses der Flüssigkeiten von 38 % und 39 % 0,00165 beträgt, so giebt jeder Theil des Alkoholometers in der Nähe von 38 % eine Zunahme von $\frac{0,000615}{0,00165} = 0,37\%$.

Verlangt man eine grössere Empfindlichkeit, so kann das auf zweierlei Weise erreicht werden; entweder man macht den Stiel länger, oder man giebt den Anhängengewichten ein grösseres Raumverhältniss. Wenn man z. B. der Theilung des Stiels eine Länge von 13,75 C. giebt und ihn aus 110 gleichen Theilen bestehen lässt, so wird jeder Theil $\frac{1}{3}\%$ betragen. Dieses Mittel hat indess den Uebelstand, dass die Länge des Alkoholometers zunimmt, zumal da eine Verlängerung des Stiels auch eine Verlängerung des Alkoholometers nach unten hin nothwendig macht, damit er senkrecht schwimme. Man kann aber auch den Werth von r vergrössern; man kann nämlich aus den beiden Gleichungen

$$1 + p = \frac{1}{3} + \sqrt{\frac{(R-1)}{3(1-r)}} + \frac{4}{9}$$

$$\text{und } 1 + 3p = \frac{R + 3pr}{R^{\text{vi}}}$$

die Werthe von r und p , die man als unbekannt ansehen kann, bestimmen; da aber diese Elimination zu Gleichungen vom 3^{ten} Grade führt, die nicht anders als numerisch auflösbar sind, so wollen wir vorläufig nur versuchen, was ein viel grösserer Werth von r , z. B. $r = \frac{2}{3}$ (oder $S = 1,5$) in die erste Gleichung gesetzt geben wird.

Man findet $p = 0,1717$ und hieraus

$$R^{\text{vi}} = 1,0573,$$

welches einem Procentgehalt von 43,7 % entspricht, woraus die Empfindlichkeit des Instruments

$$\frac{0,000573}{0,00165} = 0,34\% \text{ folgt.}$$

Man sieht also, dass das Volumen der Anhängengewichte sehr vergrössert werden müsste; es ist also jedenfalls vorzuziehen, den Stiel etwas länger zu machen; doch würde man wohl am besten thun, sich mit der Empfindlichkeit 0,37 % für jeden Theil zu begnügen, beim Procentgehalt 38 %.

Wenn es nicht verlangt wird, dass das Alkoholometer bis 100 % geht, so kann man auf folgende Weise verfahren.

Da wir

$$\text{also } \left(p + \frac{2}{3}\right)^2 = \frac{R-1}{3(1-r)} + \frac{4}{9}$$

$$R = 1 + 3 (1 - r) \left(p^2 + \frac{4}{3} p \right)$$

haben, so können wir diesen Werth von R in die Gleichung

$$1 + 3p = \frac{R + 3pr}{R^{\text{vi}}}$$

substituieren. Dadurch erhalten wir

$$1 + 3p = \frac{1 + 3(1 - r) \left(p^2 + \frac{4}{3} p \right) + 3pr}{R^{\text{vi}}}$$

also nach einigen Reductionen

$$\frac{R^{\text{vi}} - 1}{3(1 - r)} = p^2 + p \frac{[(1 - r) - 3(R^{\text{vi}} - 1)]}{3(1 - r)}$$

woraus endlich, wenn man $(1 - r) - 3(R^{\text{vi}} - 1) = b$ und $3(1 - r) = c$ setzt,

$$p = \sqrt{\frac{(R^{\text{vi}} - 1)}{c}} + \frac{1}{4} \frac{b^2}{c^2} - \frac{1}{2} \frac{b}{c}$$

Setzt man in diese Gleichung

$$R^{\text{vi}} = 1,0550$$

$$r = 0,1162$$

so erhält man

$$R^{\text{vi}} - 1 = 0,0550$$

$$b = 0,7188$$

$$c = 2,6514$$

also

$$p = 0,06225$$

$$R = 1,23035$$

was einem Alkoholgehalt von 96 % entspricht.

Dasselbe würde man auch erreichen können, ohne den Werth von V und r zu ändern, wenn man das Gewicht p ein wenig verringerte; alsdann würde freilich R'' grösser werden als R' , und wir würden nicht mehr $R^{\text{vii}} = 1$ haben, sondern der Werth von R^{vii} würde etwas kleiner als die Einheit sein, d. h., das Alkoholometer würde nicht ganz bis Wasser herabgehen, was schwerlich rathsam ist zuzulassen, damit man nicht eines so einfachen Mittels der Verification verlustig gehe.

Das Siemens'sche Alkoholometer, dass ich eben beschreibe, hat ein Gewicht von 50 Gr.; alle Alkoholometer haben genau dasselbe Gewicht und dasselbe Volumen, so dass die Werthe von P , V , v , p immer dieselben sind; man kann also, wenn ein Gewicht verloren geht, es sogleich durch ein anderes ersetzen, weshalb jedem Alkoholometer ein oder mehrere Reservegewichte beigegeben werden.

Multiplicirt man die oben berechnete Grösse mit 50, so erhält man alle

Gewichte in Grammen und alle Volumina in Centimetern ausgedrückt. So bekommt man

$$P = 50,000 \text{ gr.}$$

$$p = 3,473 \text{ gr.}$$

$$V = 50,220 \text{ cc.}$$

$$v = 3,705 \text{ cc.}$$

$$pv = 0,4032$$

Das Siemens'sche Alkoholometer bietet noch den Vortheil dar, dass seine Verification leicht ist und mit blossen reinen (destillirtem) Wasser vorgenommen werden kann, denn da es immer ausser den drei Gewichten noch ein Reservegewicht mitführt, so kann man beobachten, bis wie weit es mit vier Gewichten beschwert in Wasser (bei der Normaltemperatur) einsinkt; wenn nun 2 Punkte richtig sind und die Gewichte auch, so ist Alles richtig. Die Gewichte aber kann man so prüfen, dass man erst untersucht, ob das Alkoholometer mit 3 Gewichten beschwert in Wasser von der Normaltemperatur bis 0 einsinkt, und dann nachsieht, ob alle Gewichte gleich sind, wozu weiter nichts gehört, als eine weingeistige Mischung herzustellen, in welche das Alkoholometer mit einem Gewicht bis zu einem bestimmten Theilstrich einsinkt, dann aber untersucht, ob dasselbe mit allen Gewichten, eins nach dem andern aufgesteckt, bis zu demselben Theilstrich einsinkt.

Gegen die Prüfung mit Wasser lässt sich nur das einwenden, dass das Wasser eine Flüssigkeit ist, in welcher Alkoholometer nicht immer genau bis zu demselben Theilstrich einsinken, wenn der Stiel nicht vollkommen rein ist, weshalb man immer, ehe man diesen Versuch anstellt, das Alkoholometer vorher sorgfältig mit starkem Spiritus abwischt.

Der Umstand, dass $R' = R''$ ist, giebt auch ein Prüfungsmittel ab; in der Flüssigkeit, in der das Alkoholometer ohne Gewicht bis zum unteren Ende der Theilung sinkt, sinkt es mit einem Gewicht bis zum oberen.

Aus den vorhergehenden Formeln findet man leicht, dass das Alkoholometer, mit 4 Gewichten beschwert, in Wasser bis $82^{\circ},5$ einsinken muss. Man thut wohl, an diesem Punkt einen Strich auf der schmalen Seite des Alkoholometers zu machen, damit die Prüfung sogleich ohne weiteres Nachsehen in der Tabelle geschehen kann.

VI. Alkoholometer von gleicher Empfindlichkeit für höhere und niedrigere Procentgehalte.

Die bisher beschriebenen Alkoholometer mit Anhängengewichten haben den Uebelstand, dass sie für die niedrigeren Alkoholprocente unempfindlich werden; der Alkoholometer mit 3 Anhängengewichten (pag. 93) zum Beispiel sinkt in einer 24procentigen Flüssigkeit für jedes Procent Alkohol um 1 Theil tiefer ein, in einer 90procentigen aber um 4 Theile. Für die höheren Spiritus-

sorten ist ein solches Alkoholometer also zu empfindlich, während es für die niedrigeren zu wenig ist.*)

Diesem Uebelstande kann man abhelfen, wenn man die Anhängengewichte so einrichtet, dass ihr Volumen in starkem Verhältniss zunimmt, wenn sie schwerer werden, oder was dasselbe ist, dass deren Raumverhältniss stark zunimmt für die niedrigeren Spiritussorten; alsdann wächst das Totalvolumen des Alkoholometers nebst den Anhängengewichten in einem stärkeren Verhältnisse, als das Totalgewicht, die Einheit also, auf welche sich die Theilung bezieht, wird grösser, mithin der in Alkoholprocenten ausgedrückte Werth jedes Theils der Theilung immer kleiner. In den Formeln der Seite 36 ist vorausgesetzt, dass das Raumverhältniss der Anhängengewichte immer dasselbe bleibt, sollte das aber nicht der Fall sein, so ändern sich die Werthe von p_1, p_2, p_3 etc. Aendert sich der Werth von r nur wenig, so werden die Werthe von R', R'', R''' etc. keine merkliche Aenderung erleiden, wovon man sich leicht überzeugen kann; alsdann findet man die Werthe von p_1, p_2, p_3 etc. aus den Gleichungen

$$p_1 + 1 = \sqrt[n+1]{\frac{R - r_1}{R^m - r_1}}$$

$$p_2 + 1 = \sqrt[n+1]{\frac{R - r_2}{R^m - r_2}}$$

$$p_3 + 1 = \sqrt[n+1]{\frac{R - r_3}{R^m - r_3}}$$

u. s. w.

wo r_1, r_2, r_3 etc. die Raumverhältnisse von p_1, p_2, p_3 etc. bedeuten.

Wenn aber die Raumverhältnisse der Anhängengewichte sehr verändert werden, so erhält man, wenn man die Werthe von R', R'', R''' etc. unmittelbar

*) Nach der englischen Gesetzgebung werden bei Erhebung der Abgaben die Brüche der unmittelbar abgelesenen Theile des Alkoholometers vernachlässigt und zwar immer so, dass es zum Vortheil des Fabrikanten ausschlägt, damit in dieser Hinsicht kein Streit zwischen dem Fabrikanten und dem Regierungsbeamten stattfinden könne. Liest der Beamte z. B. $54\frac{1}{2}$ oder $54\frac{3}{4}\%$ ab, so wird das bei Berechnung der Abgabe für 54% angenommen. Wenn nun das Alkoholometer für die höheren Spiritussorten viel empfindlicher ist als für die niedrigeren, so verliert der Staat bei höheren Sorten weniger als bei niedrigeren, und dieser Verlust gleicht sich nicht aus, da der Staat dem Gesetze nach immer verlieren soll. Dieser Uebelstand wird freilich dadurch sehr vermindert, dass bei den heutigen Brennmethode fast nur Spiritus von sehr hohem Procentgehalt bereitet wird. — Wenn beim gewöhnlichen Alkoholometer mit 3 Anhängengewichten (s. pag. 93) jeder Theil desselben bei dem Procentgehalt 90% ein Viertelprocent beträgt, bei Procentgehalt 24% aber ein ganzes Procent, so entsteht, wenn man sich um einen Theilstrich versieht, im ersten Fall ein Irrthum von $\frac{1}{4}\%$ auf 90% , also von $\frac{10}{36}$ Procent, im zweiten Fall aber von 1% auf 24% , also von mehr als 4 Procent. Man sieht hieraus, von wie grosser Wichtigkeit es ist, Alkoholometer zu besitzen, deren Empfindlichkeit gleichmässiger ist als die der gewöhnlichen Alkoholometer, wenn man es mit niedrigen Spiritussorten zu thun hat.

aus R und R^m finden will, Gleichungen von höheren Graden, die sich nur numerisch auflösen lassen.

Es sei z. B. von 2 Anhängengewichten p_1 und p_2 das Raumverhältniss r_1 und r_2 , so erhält man

$$R'^3 - R'^2 (2r_1 + r_2) + R' [3r_1 r_2 + R(r_1 - r_2)] = R^2 (R''' - r_2) \\ + R (2r_1 r_2 - (r_2 + r_1) R''') + r_1 r_2 R''' R'' - r_1 = \frac{(R' - r_1)^2}{(R - r_1)}$$

Vermöge der ersten dieser Gleichungen findet man erst R' aus R und R''' , und dann vermöge der zweiten R'' aus R' und R . Man kommt aber schneller zum Ziele, wenn man auf die Grundformeln

$$\frac{R - R'}{R' - r_1} = \frac{R' - R''}{R'' - r_1}$$

$$\frac{R - R''}{R'' - r_2} = \frac{R' - R'''}{R''' - r_2}$$

$$\frac{R - R'''}{R''' - r_3} = \frac{R' - R^{IV}}{R^{IV} - r_3}$$

u. s. f.

zurückgeht. Man findet nämlich aus denselben

$$(R'' - r_1) (R - r_1) = (R' - r_1)^2 \quad (1)$$

$$(R''' - r_2) (R - r_2) = (R' - r_2) (R'' - r_2) \quad (2)$$

$$(R^{IV} - r_3) (R - r_3) = (R' - r_3) (R''' - r_3) \quad (3)$$

$$(R^V - r_4) (R - r_4) = (R' - r_4) (R^{IV} - r_4) \quad (4)$$

u. s. f.

$$(R^{(n+1)} - r_n) (R - r_n) = (R' - r_n) (R^n - r_n).$$

Zur Berechnung der Gewichte von p_1, p_2, p_3 etc. haben wir

$$1 + p_1 = \frac{R - r}{R' - r_1} = \frac{R' - r_1}{R'' - r_1}$$

$$1 + p_2 = \frac{R - r_2}{R'' - r_2} = \frac{R' - r_2}{R''' - r_2}$$

$$1 + p_3 = \frac{R - r_3}{R''' - r_3} = \frac{R' - r_3}{R^{IV} - r_3}$$

u. s. f.

Aus dem ersteren findet man

$$r_1 = \frac{R'' R - R'^2}{R'' + R - 2R'}$$

$$r_2 = \frac{R''' R - R' R''}{(R''' + R) - (R' + R'')}$$

$$r_3 = \frac{R^{IV} R - R' R'''}{(R^{IV} + R) - (R' + R'')}$$

Wir wollen z. B. das ganze Intervall zwischen 100 % und 0 % in 4 gleiche Theile theilen, so dass der Procentgehalt, der dem Werthe R entspricht, 100 sei, der Procentgehalt, der dem Werthe R' entspricht, 75 % u. s. f. Dadurch erreicht man den Vortheil, dass alle Procentgehalte mit gleicher Genauigkeit angezeigt werden, während bei der gewöhnlichen Construction die Genauigkeit für höhere Spiritussorten viel grösser ist als für niedrige.

Alsdann haben wir

$$\begin{aligned} R &= 1,2585 && \text{entspricht } 100 \% \\ R' &= 1,1399 && \text{„ } 75 \% \\ R'' &= 1,0703 && \text{„ } 50 \% \\ R''' &= 1,0300 && \text{„ } 25 \% \\ R^{IV} &= 1,0000 && \text{„ } 0 \%. \end{aligned}$$

Setzt man diese Werthe in die oben angeführten Gleichungen, so erhält man

$$\begin{aligned} r_1 &= 0,9735 \\ r_2 &= 0,9744 \\ r_3 &= 0,9526. \end{aligned}$$

Setzt man diese Werthe in die obigen Gleichungen für p_1, p_2, p_3 , so erhält man

$$\begin{aligned} p_1 &= 0,7130 \\ p_2 &= 1,962 \\ p_3 &= 2,952. \end{aligned}$$

Da nun die Volumina der Anhängengewichte $p_1 r_1, p_2 r_2, p_3 r_3$ sind und das Volumen des Alkoholometers bis zum Nullpunkt $V = R'$, das Gewicht derselben aber der Einheit gleich gesetzt worden ist: so haben wir für die Volumina des Alkoholometers bis zum Nullpunkt und der Anhängengewichte folgende Grössen:

$$\begin{aligned} V &= 1,1399 \\ p_1 r_1 &= 0,6941 \\ p_2 r_2 &= 1,877 \\ p_3 r_3 &= 2,812. \end{aligned}$$

Wenn man annimmt, dass das Volumen V sowohl als die Volumina $p_1 r_1, p_2 r_2, p_3 r_3$ Kugeln sind, so verhalten sich ihre Durchmesser wie 1 : 0,85 : 1,18 : 1,35, so dass also die Durchmesser der beiden letzten Anhängengewichte grösser sind als der Durchmesser der mittleren Kugel des Alkoholometers, der Durchmesser des dritten Anhängengewichts beträgt $1\frac{1}{3}$ vom Durchmesser der mittleren Kugel.

Wir wollen noch die Rechnung mit 2 Gewichten ausführen, alsdann bekommen die Flüssigkeiten folgende Procentgehalte:

$$\begin{aligned} 1^{\text{ste}} &100 \% \\ 2^{\text{te}} &66\frac{2}{3} \\ 3^{\text{te}} &33\frac{1}{3} \\ 4^{\text{te}} &0 \end{aligned}$$

also

$$\begin{aligned} R &= 1,2585 \\ R' &= 1,1136 \\ R'' &= 1,0401 \\ R''' &= 1,0000 \end{aligned}$$

woraus

$$\begin{aligned} r_1 &= 0,9762 \quad \text{oder} \quad S = 1,0244 \\ r_2 &= 0,9571 \quad \text{oder} \quad S = 1,0449 \\ p_1 &= 1,0546 \\ p_2 &= 2,6313 \\ p_1 r_1 &= 1,0295 \\ p_2 r_2 &= 2,5183 \end{aligned}$$

Endlich, wenn man nur ein Gewicht nimmt,

1 ^{ste}	Flüssigkeit	100 %
2 ^{te}	"	50 %
3 ^{te}	"	0 %

also

$$\begin{aligned} R &= 1,2585 \\ R' &= 1,0703 \\ R'' &= 1,0000 \end{aligned}$$

woraus

$$\begin{aligned} r_1 &= 0,9584; \quad S = 1,043 \\ p_1 &= 1,6820; \quad p_1 r_1 = 1,6121. \end{aligned}$$

Da im ersten Beispiel die Werthe von r_1, r_2, r_3 nicht sehr von einander abweichen, so wollen wir für die Anhängengewichte ein mittleres Raumverhältniss annehmen, z. B. $r_1 = r_2 = r_3 = 0,95^*)$.

Wir erhalten alsdann für 3 Anhängengewichte, also für $n = 3$

R	$= 1,2585$	oder	100 %	Diff.
R'	$= 1,1458$	"	76,7	23,3
R''	$= 1,0742$	"	51,7	25,0
R'''	$= 1,0288$	"	23,9	27,8
R^{IV}	$= 1,0000$	"	0	23,9
p_1	$= 0,576$	$p_1 r$	$= 0,5472$	
p_2	$= 1,484$	$p_2 r$	$= 1,4098$	
p_3	$= 2,915$	$p_3 r$	$= 2,7692.$	

$p_1 r, p_2 r, p_3 r$ sind die Volumina der Anhängengewichte, während das Volumen des Alkoholometers bis zum unteren Ende der Theilung 1,146 beträgt.

Da diese Construction in der Ausführung manche praktische Schwierigkeiten darbietet, welche durch ihre Vortheile nicht aufgewogen werden, so möchte sie schwerlich zu empfehlen sein.

*) welches einem specifischem Gewichte von 1,0526 entspricht; die Anhängengewichte müssen also hohl gemacht werden.

VII. Alkoholometer mit veränderlichem Gegengewicht.

Wir haben schon ein Aräometer kennen gelernt (Bate's Saccharometer), wo das Gegengewicht C selbst als Anhängengewicht dient und man es also veränderlich machen kann. Wir werden gleich sehen, dass diese Construction noch beim Alkoholometer Vorthelle darbietet und sie deshalb genauer betrachten.

Bei einem solchen Alkoholometer ist nicht R die leichteste Flüssigkeit, sondern R' , denn ganz ohne Anhängengewicht lässt sich das Alkoholometer nicht brauchen, weil es ohne dieses Gewicht in keiner alkoholischen Flüssigkeit aufrecht schwimmt. Wir müssen also zu der pag. 38 angeführten Formel unsere Zuflucht nehmen.

Setzt man $n = 4$, so hat man

$$R'' = r + \sqrt[4]{(R' - r)^3 (1 - r)}$$

$$R''' = r + \sqrt[4]{(R' - r)^2 (1 - r)^2}$$

$$R^{IV} = r + \sqrt[4]{(R' - r) (1 - r)^3}$$

$$R^V = 1.$$

Da man es bei dieser Construction in seiner Gewalt hat, das Volumen des ganzen Alkoholometers sehr zu verändern, so wollen wir diese Veränderlichkeit so benutzen, dass derselbe für die niedrigen Procentgehalte empfindlicher wird. Dazu ist (nach dem Vorhergehenden siehe pag. 99) nur nöthig, dass man dem veränderlichen Gegengewicht C ein möglichst grosses Volumen giebt, oder, was dasselbe ist, ein möglichst grosses Raumverhältniss. Freilich darf es nicht zu gross werden, weil sonst der Alkoholometer nicht aufrecht schwimmen würde. Wir wollen also versuchsweise $r = 0,9$ setzen; es versteht sich von selbst, dass ein solches Gegengewicht sich nur dann aus Metall herstellen lässt, wenn man es hohl macht.

Setzt man aber $r = 0,9$ in den obigen Formeln, so findet man, wenn man dabei $R' = 1,2585$ setzt,

$R' = 1,2585$	oder 100 %	$p_1 = 0,3760$
$R'' = 1,1606$	„ 80 %	$p_2 = 0,8934$
$R''' = 1,0894$	„ 57,9 %	$p_3 = 1,6053$
$R^{IV} = 1,0376$	„ 31,5 %	$p_4 = 2,5850$
$R^V = 1,0000$	„ 0 %	

Der Procentgehalt 38 fällt zwischen R^{IV} und R''' , die Differenz der Raumverhältnisse zwischen den Procentgehalten 17,9 und 31,5 beträgt 0,0518; wenn wir also den Stiel in 100 Theile theilen, so muss dies eine Zunahme des Raumverhältnisses um 0,000518 geben. Da nun die Differenz der Raumverhältnisse, die den Procentgehalten von 38 % und 39 % entsprechen, 0,0017

beträgt, so wird jeder Theil sehr nahe 0,3% betragen, was eine hinlängliche Empfindlichkeit giebt.

Um die Dimension dieses Alkoholometers zu berechnen, müssen wir zu oben entwickelten Formeln unsere Zuflucht nehmen.

Da das Gewicht p_1 das untere Gegengewicht C des Alkoholometers, dessen Halbmesser z ist, ersetzen soll, so ist z gegeben; es ist nämlich das Volumen des Gewichts p_1 gleich dem Product von p_1 und seinem Raumverhältniss. Setzt man das Gewicht des Alkoholometers zu 20^{gr.} an, so hat man für das Gewicht der Kugel C 7,520^{gr.}, welches mit 0,9 multipliziert das Volumen der Kugel giebt. Da nun das Volumen der Kugel gleich $\frac{4}{3} \pi z^3$ ist, so hat man

$$6,768 = \frac{4}{3} \pi z^3, \text{ also } z^3 = 1,6158 \text{ und } z = 1,1795.$$

Nun haben wir aber

$$z^3 = \frac{l}{l'} \frac{1}{r'} \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} (\alpha\beta - \alpha'\beta') \left(\frac{1}{\frac{1}{r} - \frac{1}{R''}} \right)$$

$$y^3 = \frac{1}{\left(\frac{R'}{R''} - 1 \right)} \cdot \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \alpha\beta - z^3$$

$$y'^3 = r' \left[y^3 \left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{R'} \right) + z^3 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R'} \right) + \frac{3}{4} \frac{L}{\pi} \frac{(\alpha\beta - \alpha'\beta')}{r'} - \frac{\alpha\beta}{R'} \right]$$

Berechnet man erst aus der ersten Formel

$$(\alpha\beta - \alpha'\beta') = z^3 \cdot \frac{l'}{l} \cdot r' \cdot \frac{4}{3} \frac{\pi}{L} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R''} \right)$$

und setzt dabei $l = l'$, $r' = 0,12$, $r = 0,9$, $L = 12$, $R' = 1,2585$, $R'' = 1,1606$, so erhält man $(\alpha\beta - \alpha'\beta') = 0,016885$.

Wenn man also $\alpha = 0,5$ und $\beta = 0,2$ macht oder $\alpha\beta = 0,10$, so bekommt man $\alpha'\beta' = 0,083115 = 0,475 \cdot 0,175$.

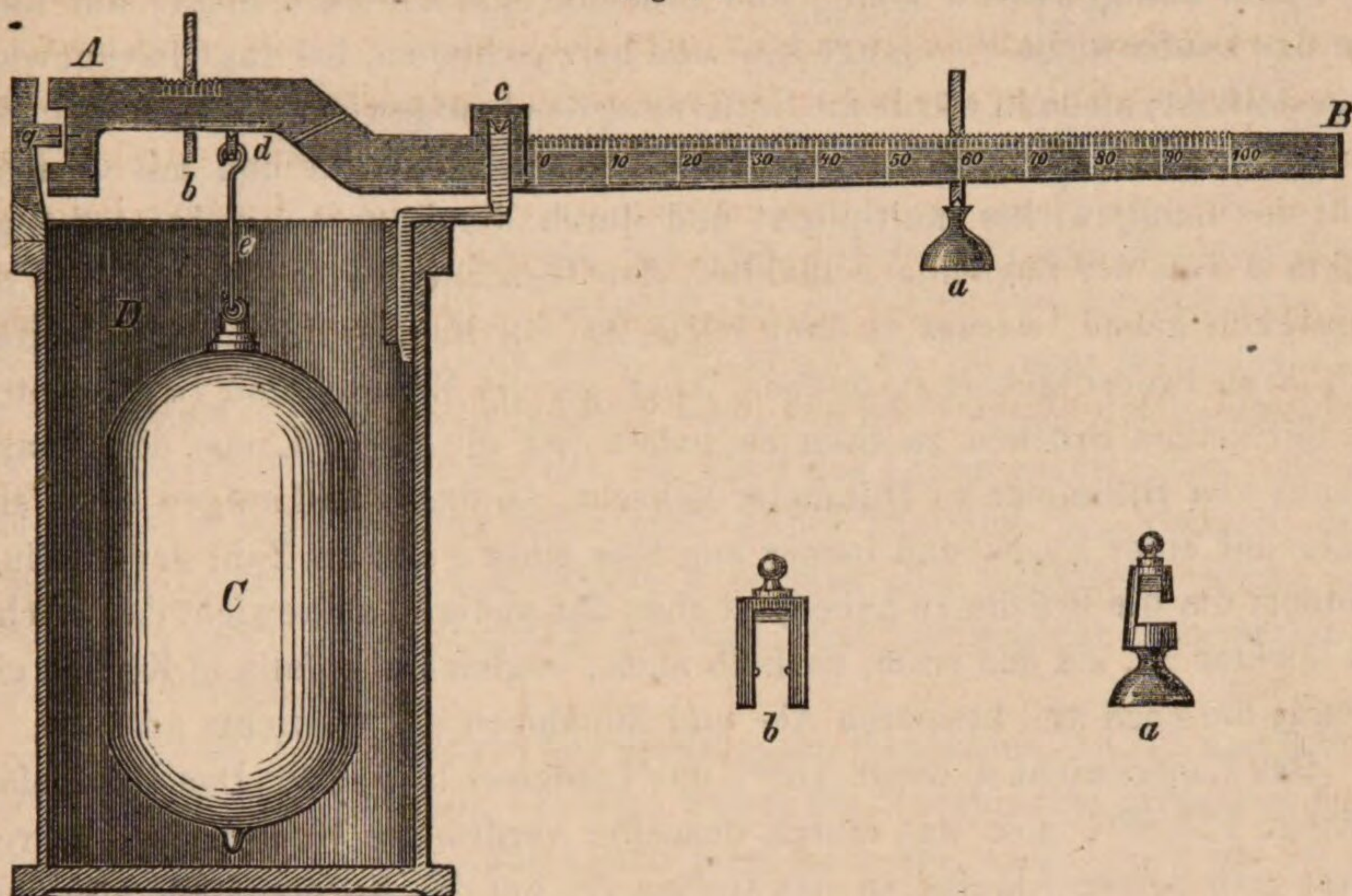
Wir können also dem Stiel eine Wanddicke von 0,0125 oder $\frac{1}{8}$ Millimeter geben. Man findet hieraus

$$\begin{aligned} y^3 &= 1,7825 \\ y &= 1,2125 \\ y'^3 &= 1,7128 \\ y' &= 1,1965 \\ y - y' &= 0,0160. \end{aligned}$$

Diese letzte Zahl ist die Dicke der Wände der mittleren Hohlkugel, deren Halbmesser y ist, welche also noch etwas grösser ist als die Dicke der Wände des Stiels. Die ganze Länge des Alkoholometers, wenn man die Kugel C um 1^{c.} mehr von der Kugel A entfernt, damit das Instrument gut aufrecht schwimme, ist also 22,4^{c.}

VIII. Siemens' Waagebalken-Alkoholometer.

Fig. 17.



Das Siemens'sche Waagebalken-Alkoholometer besteht aus einem Waagebalken *AB* mit zwei Laufgewichten *a* und *b*; die Schneide ist in *c*; an einem an dem Waagebalken befestigten Haken *d* hängt der hohle Körper *C*, dessen Gewicht so abgeglichen ist, dass er in Wasser von $12\frac{1}{2}^{\circ}$ R. getaucht sein Gewicht ganz verliert. Der Bequemlichkeit der Ablesung wegen befindet sich der Nullpunkt der Theilung des rechten Waagebalkenarms nicht auf der Schärfe der Schneide *c*, sondern in einer Entfernung von 5^{mm.} rechts. Ebenso befindet sich der Nullpunkt der Theilung des linken Arms nicht im Aufhängepunkte *d*, sondern links von demselben, in einer Entfernung von 50^{mm.} von der Schneide *c*. Wenn das Laufgewicht *a* sich auf dem Nullpunkt seiner Theilung befindet, das Laufgewicht *b* ebenfalls auf der Null seiner Theilung und der Haken *e* zur Hälfte in Wasser*) taucht, so ist der Waagebalken im Gleichgewicht, so dass der horizontale Strich *f*, der mit der Schneide *c* und mit dem Anhängepunkt des Laufgewichts *a* in einer Linie liegt, mit dem Strich *g* zusammenfällt; dieser letztere Strich *g*, auf einem auf dem Gefäss *D* befestigten Vorstoss gezogen, dient nämlich dazu, um die Gleichgewichtslage zu erkennen. Füllt man das Gefäss *D* bis etwa 5^{mm.} unterhalb seines Randes mit Wasser von der Normaltemperatur, so bleibt der Waagebalken noch im Gleichgewicht; wird aber das Wasser durch irgend eine andere leichtere Flüssigkeit ersetzt, so nimmt das Gewicht des in der Flüssigkeit schwimmenden Hohlkörpers *C* zu, und die Laufgewichte *a* und *b* müssen verrückt werden, um das Gleichgewicht wieder

*) oder in Alkohol, das macht hier keinen merklichen Unterschied.

herzustellen. Wenn der rechte Arm des Waagebalkens, auf dem das Laufgewicht hin- und hergeschoben werden kann, eine Ebene bildete, hätte man mit einem Laufgewicht a genug und brauchte das andere b nicht, nur hätte man das Laufgewicht a so lange hin- und herzuschieben, bis das Gleichgewicht hergestellt ist; alsdann würde die Entfernung des Laufgewichts von der Schneide c , in Millimetern und Brüchen von Millimetern ausgedrückt und mit dem Gewicht des Laufgewichts multiplicirt und durch die Entfernung des Anhängpunkts d von der Schneide c dividirt, das Gewicht des Hohlkörpers in der Flüssigkeit geben, woraus es dann leicht ist, ihr Raumverhältniss und mithin auch ihren Procentgehalt zu finden. Aber um die Manipulation zu erleichtern und mit keinen Brüchen zu thun zu haben, ist die obere Ebene des Waagebalkens von Millimeter zu Millimeter gekerbt, so dass das Laufgewicht a sich immer auf einer Kerbe und immer nur über einer ganzen Zahl der Theilung befindet; um die Brüche zu haben, ist eben das andere Laufgewicht da, welches viel leichter ist, als das erste, deshalb auch, obgleich ebenfalls in Kerben einfallend, die noch viel kleineren Ab- und Zunahmen des Gewichts anzeigt.

Das Laufgewicht a wiegt $10^{\text{gr.}}$, das Laufgewicht b $1^{\text{gr.}}$. Das Hohlgefäss C wiegt $127,8^{\text{gr.}}$, also das durch dasselbe verdrängte Wasser eben so viel. Giesst man reinen Alkohol in das Gefäss D , bei der Normaltemperatur, und steht das Laufgewicht a auf dem Theilstrich 100, so ist wieder Gleichgewicht. Die Entfernung des Theilstrichs 100 von der Schneide beträgt $105^{\text{mm.}}$; die Entfernung des Nullpunkts derselben Theilung von der Schneide beträgt also $5^{\text{mm.}}$; das Moment des Laufgewichts a , wenn es auf 100 steht, ist also $1050^{\text{gr.}}$, das Moment desselben Laufgewichts aber, wenn es auf 0 steht, $50^{\text{gr.}}$, es nimmt also von dem Theilstrich 0 bis 100 um $100^{\text{gr.}}$ zu. Da das durch das Hohlgefäss C verdrängte Wasser $127^{\text{gr.}}$ wiegt, so wiegt der durch das Hohlgefäss verdrängte Alkohol $127,8 \times 0,7946 = 101,55^{\text{gr.}}$, das Gewicht des Hohlcyinders in Alkohol aufgehängt ist also $26,25^{\text{gr.}}$. Da nun der Wirkung des Laufgewichts a , wenn es sich bei 100 befindet, ein Moment von $1000^{\text{gr.}}$ entspricht, so muss der Hohlkörper, da er $26,25^{\text{gr.}}$ wiegt, sich in einer Entfernung von $\frac{1050}{26,25} = 38,095$ von der Schneide befinden, was auch der Fall ist.

Alsdann entsprechen den verschiedenen Stellungen des Laufgewichts a folgende Gewichte des Hohlkörpers:

Gewicht des Hohlkörpers in der Flüssigkeit	Gewicht der verdrängten Flüssigkeit	Spec. Gew.	%	Laufgewicht a
26,250	101,550	0,7946	100	100
23,625	104,175	0,8152	95,3	90
21,000	106,800	0,8357	89,5	80
18,375	109,425	0,8563	82,7	70
15,750	112,050	0,8768	75,2	60
13,125	114,670	0,8973	67,0	50

Gewicht des Hohlkörpers in der Flüssigkeit	Gewicht der verdrängten Flüssigkeit	Spec. Gew.	%	Laufgewicht a
10,500	117,300	0,9178	58,0	40
7,875	119,925	0,9383	47,9	30
5,250	122,550	0,9589	35,2	20
2,625	125,175	0,9795	16,5	10
0,000	127,800	1,0000	0,0	0

Der Nullpunkt der Theilung auf dem linken Arm des Waagebalkens, welcher für das Laufgewicht b bestimmt ist, ist 50^{mm.} von der Schneide entfernt; da nun das Laufgewicht selbst 1^{gr.} wiegt, so hat man für jeden Theil, der von diesem Laufgewicht angezeigt wird, von der Anzeige des Laufgewichts a $\frac{2}{10}$ des Werthes abzuziehen, den ein Theil des Laufgewichts a hat; für das Laufgewicht a bedeutet aber jeder Theil seiner Theilung $\frac{1}{1000}$ Gramm; jeder Theil der Theilung des Laufgewichts b beträgt also 0,0002^{gr.}, welche vom specifischen Gewicht der Mischung, das durch das Laufgewicht a angezeigt ist, abgezogen werden muss.

So entsteht z. B. zwischen den specifischen Gewichten 0,8973 und 0,8953 oder 67% und 67,9 folgende Tabelle, wobei die Anzeige des grösseren Laufgewichts immer 50 bleibt, das kleine aber nach und nach von 0 bis 10 geschoben werden muss, um das Gleichgewicht herzustellen.

Grösseres Laufgewicht.	Kleineres Laufgewicht.	Specifisches Gewicht der Flüssigkeit.	Procentgehalt der Flüssigkeit.
50	0	0,8973	67,0
	1	0,8971	67,1
	2	0,8969	67,2
	3	0,8967	67,3
	4	0,8965	67,3
	5	0,8963	67,4
	6	0,8961	67,5
	7	0,8959	67,6
	8	0,8957	67,7
	9	0,8955	67,8
	10	0,8953	67,8
51	0	0,8953	67,8

und so fort.

Dies Alkoholometer zeichnet sich durch grosse Empfindlichkeit und Genauigkeit, sowie auch dadurch aus, dass die Controlle seiner Richtigkeit sehr leicht und ohne weitere Hilfsmittel zu führen ist. Es braucht zu diesem Zwecke nur geprüft zu werden, ob der Waagebalken richtig getheilt ist, ob er ohne Gewichte und auch noch mit beiden Gewichten am Anfangspunkte ihrer Theilungen und ob er endlich auch mit angehängtem, in Wasser von 12½° R. schwimmenden Hohlkörper im Gleichgewicht ist. Ist dies der Fall, so sind

die Angaben des Alkoholometers richtig, wenn der Hohlkörper das normale Gewicht hat, was sich in Ermangelung einer hinlänglich genauen Waage auch durch Abwägen am Waagebalken des Instrumentes selbst mit Hülfe eines Controllgewichtes leicht constatiren lässt. Da der Waagebalken selbst nur ein sehr geringes Untergewicht hat, sein Spiel aber durch feste Anschläge eng begrenzt ist, so hat man beim Abwägen des Spiritus nicht die wirkliche Gleichgewichtslage, sondern die Stellung der reiterförmigen Gewichte aufzusuchen, bei welcher eine Verrückung des kleinen Reiters um einen Einschnitt das Herabsinken des Balkens vom oberen Anschläge zum unteren bewirkt. Diese Operation ist bei einiger Uebung sehr schnell ausgeführt. Eine geringe Abweichung von der Horizontalstellung des Instrumentes ist ohne Einfluss auf seine Angaben. Ueberhaupt ist dasselbe bequem zu handhaben und zu transportiren.

Einfluss der Temperatur auf die Angaben des metallischen Alkoholometers.

Einfluss des Ausdehnungscoefficienten des Metalles, aus dem das Alkoholometer gemacht ist, auf die Angaben desselben.

Wenn man bei einem Alkoholometer das Intervall zwischen den Punkten, bis zu welchen er bei der Normaltemperatur in Wasser und in Alkohol eintaucht, in 2585 gleiche Theile theilt, so nimmt, wie wir schon oben gesehen haben, mit jedem einzelnen Theile, um welchen in irgend einer Flüssigkeit das Alkoholometer tiefer einsinkt, das Raumverhältniss derselben um $\frac{1}{10000}$ zu; es ist also leicht, das Raumverhältniss einer Flüssigkeit zu bestimmen, in welcher das Alkoholometer bis zu einem gewissen Theilstrich eintaucht; man braucht nur die Zahl, welcher der Theilstrich entspricht, abzulesen, ein Komma und dann die Einheit vorzusetzen, so hat man dieses Raumverhältniss. Wir wollen z. B. annehmen, das Alkoholometer sinkt in irgend einer Flüssigkeit bis zum Theilstrich 2154 ein, so ist das Raumverhältniss dieser Flüssigkeit 1,2154 oder ihr specifisches Gewicht $\frac{1}{1,2154} = 0,8228$. Hierbei versteht es sich von

selbst, dass die obige Zahl nur bei derselben Temperatur, bei welcher der Nullpunkt sowohl wie der Punkt 2585 bestimmt worden sind (d. h. bei der Normaltemperatur, die wir mit T bezeichnen wollen) das richtige Raumverhältniss der Flüssigkeit geben wird, obgleich sich das gegenseitige Verhältniss der Theile zu dem ganzen Volumen des Alkoholometers bei einer Temperaturveränderung nicht ändert, wenn das Alkoholometer aus einem einzigen Metall verfertigt worden ist.

Wenn es möglich wäre, demselben Alkoholometer verschiedene Temperaturen zu geben, während die Flüssigkeit dieselbe Temperatur behielte, so würde derselbe wegen der Ausdehnung des Metalls durch die Wärme bei niedriger Temperatur tiefer einsinken als bei höherer (grade das Gegentheil von dem, was bei Veränderung der Temperatur der Flüssigkeit geschehen würde), der Nullpunkt würde also seine Lage verändern, und die unmittelbaren An-

6. Tausend
Theile
11. Theilstrich

gaben des Alkoholometers würden einer kleinen Correction bedürfen, die leicht zu bestimmen ist. Wir wissen nämlich, dass das Gewicht des Alkoholometers immer dasselbe bleibt und dass die Zunahme der Temperatur nur sein Volumen ändert. Das Volumen des eingetauchten Theils des Alkoholometers bei der Normaltemperatur ist aber $V + nv$, wo V das Volumen des Alkoholometers bis zum Nullpunkt bedeutet, v das Volumen jedes Theils der Theilung, n aber die Zahl der Theile, die zwischen dem Nullpunkt und dem Punkt, bis zu welchem das Alkoholometer einsinkt, enthalten sind. Das Volumen des eingetauchten Theils des Alkoholometers ist demnach bei der Temperatur t :

$$(V + nv) \frac{(1 + \alpha T)}{1 + \alpha t}$$

$\frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha T} (V + nv)$

oder sehr nahe an $(V + nv) (1 - \alpha (T - t))$, wenn man mit α die cubische Ausdehnung des Metalls für jeden Wärmegrad zwischen den Temperaturen des schmelzenden Schnees und des kochenden Wassers bezeichnet.

Für unser Beispiel ist dabei $V = 1$ und $v = 1/10000$, das ist also auch das Raumverhältniss der verdrängten Flüssigkeit, wenn man das Raumverhältniss des Wassers bei der Normaltemperatur der Einheit gleich setzt. Wir wollen z. B. annehmen, es gelte das Raumverhältniss einer Flüssigkeit (oder deren specifisches Gewicht) bei irgend einer Temperatur t mittelst des Alkoholometers zu bestimmen; wir setzen da voraus, dass dieses Alkoholometer bei der Normaltemperatur regulirt worden ist; man taucht dasselbe in die Flüssigkeit und liest die Zahl der Theilung ab, bis zu welcher es eintaucht; sie sei n : so wird das Raumverhältniss der Flüssigkeit

$$R_t = \left(1 + \frac{n}{10000} \right) (1 + \alpha (t - T)) \text{ sein.}$$

Es sei z. B. $n = 2000$, $t = 22^\circ,5$ R., die Normaltemperatur, bei welcher der Alkoholometer regulirt worden ist, sei $12^\circ,5$ R., das Alkoholometer sei aus Messing, also $\alpha = 0,00007$, so erhalten wir

$$R_t = 1,2. 1,0007 = 1,20084.$$

Man sieht hier, wie wir auch schon oben gesehen haben (s. pag. 6 u. 7, wo von der Reduction der Anzeigen des gläsernen Alkoholometers auf die Normaltemperatur die Rede ist), dass der Einfluss der Ausdehnung des Alkoholometers durch die Wärme einen nicht ganz unbedeutenden Einfluss auf die Richtigkeit der Angaben desselben ausübt.

Wir können nun auch die Frage beantworten, ob ein Alkoholometer, welches so regulirt worden ist, dass es bei der Normaltemperatur in irgend eine Flüssigkeit vom untersten Endpunkt der Theilung bis zum obersten einsinkt, wenn man es mit dem Anhängengewicht p beschwert, auch bei anderer Temperatur dieselbe Eigenschaft behalten wird. Dieser Umstand ist bei der praktischen Ausführung des Alkoholometers von Wichtigkeit, weil es dem Mechaniker nicht einerlei sein kann, ob er die Regulirung des Anhängengewichts p nur bei der Normaltemperatur vornehmen soll, oder ob es erlaubt ist, sie auch bei irgend einer anderen Temperatur vorzunehmen.

Wir haben oben gesehen, dass

$$p = \sqrt[n+1]{\frac{R - r}{R^m - r}} - 1.$$

Da nun bei Erhöhung der Temperatur von der Normaltemperatur bis zur Temperatur t sowohl R und R^m als auch r mit $1 + \alpha (T - t)$ multiplicirt werden müssen, so bleibt der Werth von p offenbar derselbe, man braucht sich also bei jener Operation nicht an die Normaltemperatur zu binden.

Ebenso haben wir in der Gleichung

$$R' = r + \sqrt[n+1]{(R - r)^n \cdot (R^m - r)}$$

bei Erhöhung der Temperatur von der Normaltemperatur bis t die Grössen R' , r , R und R^m mit $1 + \alpha (T - t)$ zu multipliciren; da nun die Summe der Exponenten, die unter dem Wurzelzeichen stehen, immer dem Exponenten $(n + 1)$ des Wurzelzeichens gleich ist, so fällt auch der Werth von $1 + \alpha (T - t)$ aus der Gleichung heraus. Hat man also eine Norm (s. pag. 17 und Fig. 9), welche bei der Normaltemperatur in reinem Alkohol bis zum Strich einsinkt, und diese Norm hat denselben Ausdehnungscoefficienten, wie das zu regulirende Alkoholometer, so kann man sich bei der Regulirung auch eines Spiritus bedienen, der etwas schwächer ist, als Alkohol, man braucht nur diesen Spiritus so lange zu erwärmen, bis die Norm in demselben bis zum Strich einsinkt. Wenn alsdann das Alkoholometer bis zum oberen Endpunkte der Theilung einsinkt, so ist dasselbe richtig.

Ebenso braucht man bei Regulirung der Gewichte p_1, p_2, p_3 nicht die Normaltemperatur streng zu halten; man kann diese Regulirung auch bei anderer Temperatur vornehmen, vorausgesetzt, dass die Temperatur während der Regulirung dieselbe bleibt. Freilich ist dabei ausserdem vorausgesetzt, dass Gewichte sowohl als Alkoholometer aus demselben Metall verfertigt worden sind, oder wenigstens aus Metallen, die fast denselben Ausdehnungscoefficienten haben. Schliesslich muss auch vorausgesetzt werden, dass die Norm, die man bei Regulirung der Alkoholometer braucht, aus demselben Metall bestehe, wie das Alkoholometer.

Gebrauch des Alkoholometers bei veränderter Normaltemperatur.

Da das Alkoholometer unmittelbar nur dazu dient, um die Raumverhältnisse (oder specifischen Gewichte) der Flüssigkeit zu bestimmen, welche auf Wasser von einer gewissen Temperatur, die man die Normaltemperatur nennt, bezogen werden, so ist es leicht, diese am Alkoholometer gegebenen Raumverhältnisse auf jede andere beliebige Temperatur des Wassers zu beziehen; es braucht uns dazu nur die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme bekannt zu sein.

Dabei ist jedoch nicht zu übersehen, dass sich das Metall des Alkoholo-

meters gleichfalls ausdehnt, dass also die Raumeinheit, auf welche sich alle durch das Alkoholometer angezeigten Raumverhältnisse beziehen, sich geändert hat; wir dürfen mithin nicht die wahre Ausdehnung des Wassers in Rechnung bringen, sondern müssen die scheinbare nehmen. Es sei ρ das wahre Raumverhältniss des Wassers bei der Temperatur t in Bezug auf Wasser von der Temperatur T , so ist das scheinbare Raumverhältniss des Wassers bei der Temperatur t

$$\frac{\rho}{1 + \alpha (T - t)}$$

Ist also ein Alkoholometer bei der Temperatur T regulirt worden, und man will ihn bei der Temperatur t gebrauchen, sowie zugleich die gefundenen Raumverhältnisse auf Wasser von t Temperatur beziehen, so muss man alle durch das

Alkoholometer erhaltenen Werthe durch $\frac{\rho}{1 + \alpha (T - t)}$ dividiren; in dieser

Formel ist $\rho = 1$, wenn man das Raumverhältniss der Flüssigkeit bei der Temperatur t mit Wasser von der Temperatur T beziehen will. Wie man eine Tafel berechnen kann, vermittelt welcher man die Angaben eines metallischen Alkoholometers bei verschiedenen Temperaturen der Flüssigkeit auf die Normaltemperatur reduciren kann, ist schon im Vorhergehenden (s. pag. 31) angegeben worden.

Ueber den Einfluss der Normaltemperatur auf die Preisbestimmung der weingeistigen Flüssigkeiten.

Der Preis des Alkohols, der in irgend einer weingeistigen Mischung enthalten ist, ist gewissermassen seinem Gewichte proportional; denn was man bezahlt, ist eigentlich seine Masse, die bei allen Temperaturen dieselbe bleibt; diese Masse wird nur deshalb in Maassen angegeben, z. B. in Eimern, weil es in den meisten Fällen bequemer ist, den Branntwein zu messen als zu wägen. So lange die Temperatur dieselbe bleibt, kommt das ja auch ganz auf dasselbe hinaus, da bei constanter Temperatur die Volumina der Flüssigkeiten ihren Gewichten proportional sind. Wenn ich z. B. weiss, dass ein Pfund Alkohol einen Thaler kostet, und ich habe in irgend einer weingeistigen Mischung, die ein Pfund wiegt, die Hälfte oder 50% an Gewicht Alkohol, so weiss ich, dass dieses Pfund der weingeistigen Mischung einen halben Thaler kostet; denn das Wasser, das darin enthalten ist, kostet nichts. Ebenso wenn ich annehme, dass ein Liter Alkohol einen Thaler kostet und ich weiss, dass man $\frac{1}{2}$ Liter Alkohol gebraucht hat, um dieses Liter Mischung hervorzubringen, oder dass diese Mischung 50% Alkohol nach Maass enthält, so weiss ich auch, dass dieser Liter Mischung $\frac{1}{2}$ Thaler werth ist, doch nur in der Voraussetzung, dass die Temperatur der Mischung und des Alkohols bei allen diesen Preisbestimmungen immer dieselbe geblieben ist. War dies aber nicht der Fall, so muss genau angegeben werden: 1) bei welcher Temperatur 1 Liter Alkohol einen Thaler kostet, und 2) bei welcher Temperatur dies Volumen des Alkohols, welches gebraucht worden ist, um 1 Liter Mischung zu bereiten, gerade

einen halben Liter betragen hat. Es versteht sich von selbst, dass man bei diesen verschiedenen Angaben Alles auf dieselbe Temperatur reduciren wird, nämlich auf die Normaltemperatur; denn wollte man mehrere verschiedene Temperaturen bei den Rechnungen zu Grunde legen, so würden diese sehr complicirt werden. Deshalb eben hat man die Nothwendigkeit eingesehen, eine bestimmte Normaltemperatur einzuführen, auf die alle Messungen und Preisbestimmungen bezogen werden. Leider aber ist die Normaltemperatur nicht bei allen Nationen dieselbe und hat sich sogar in demselben Lande von Zeit zu Zeit geändert; es wird also nöthig sein, den Einfluss einer solchen Aenderung auf die Preisbestimmungen der weingeistigen Flüssigkeiten näher zu betrachten.

Erst ist natürlich der Preis der Maasseinheit vom Alkohol zu bestimmen. Es sei ein Thaler der Preis eines Liters Alkohol bei der im Lande üblichen Normaltemperatur T , und man will den Preis desselben Volumens Alkohol bei einer anderen Normaltemperatur T' bestimmen. Da die Preise sich wie die Gewichte verhalten, so braucht man nur zu bestimmen, um wieviel das Gewicht der Maasseinheit Alkohol zu- oder abnimmt, wenn die Temperatur des Alkohols von dem Werthe T zu dem Werthe T' übergeht. Die Gewichte verhalten sich aber umgekehrt wie die Raumverhältnisse (oder direct wie die specifischen Gewichte); das Raumverhältniss und specifische Gewicht des Alkohols bei verschiedenen Temperaturen kann man aber aus der Tabelle XII ansehen, welche nach den Untersuchungen von Kopp berechnet worden ist. Ich habe diese Tabelle nach dem Fahrenheit'schen Thermometer angeordnet, weil alle bis jetzt in Gebrauch gekommenen oder gewesenen Normaltemperaturen in Fahrenheit'schen Graden ausgedrückt ganze Zahlen bilden, während sie in Réaumur- oder Centesimal-Thermometergraden Brüche in ihrem Geleite haben. Diese Normaltemperaturen sind nämlich:

in Deutschland und früher auch in England	60° Fahr. = $12^{\circ},44$ R. = $15,56$ C.
jetzt in England	51° Fahr. = $8^{\circ},44$ R. = $10,56$ C.
in Frankreich, Holland etc.	59° Fahr. = $12^{\circ},0$ R. = 15° C.

Es sei z. B. die Aufgabe, aus dem nach dem preussischen (Tralles'schen) Alkoholometer bestimmten Preis einer gewissen Quantität Spiritus den Preis derselben Quantität nach dem französischen Gay-Lussac'schen System zu berechnen: Wir erhalten, wenn wir den Preis eines Liters Alkohol bei 60° Fahr. zu 1 Thaler bestimmen, den Preis desselben Liters bei 59° Fahr. (oder 15° C.) nach der citirten Tabelle (siehe: Specifisches Gewicht des Alkohols bei verschiedenen Temperaturen, das specifische Gewicht desselben bei Fahr. als Einheit genommen) 1,0006, also etwa um $\frac{3}{5}$ pro mille grösser; dieser Unterschied ist so gering, dass er wohl vernachlässigt werden kann.

In neuester Zeit hat man in England die Temperatur 51° Fahr. als Normaltemperatur angenommen. Wenn mithin ein Liter Alkohol in Deutschland, wo die Normaltemperatur 60° Fahr. ist, einen Thaler werth ist, so kostet ein Liter Alkohol in England bei der Normaltemperatur von 51° Fahr. $\frac{1}{2}\%$ mehr, d. h.

der Liter Alkohol ist in England (also bei einer Temperatur von 51° Fahr.) um ein Weniges über 1/2% mehr werth als in Deutschland (also bei einer Temperatur von 60° Fahr.).

Die englischen Alkoholometer geben aber nicht die Volumenprocente Alkohol an, die eine weingeistige Flüssigkeit enthält, sondern die Volumenprocente Proof-spirit, weshalb auch die englischen Alkoholometer schicklicher Spiritometer genannt werden. Der Proof-spirit hat bei der Normaltemperatur von 51° Fahr. ein Raumverhältniss von $\frac{13}{12} = 1,0833$, auf Wasser von derselben Temperatur bezogen, also von 1,0826, wo wir das Raumverhältniss des Proofspirit auf Wasser von 60° Fahr. beziehen.

Nach der Tabelle XIII giebt aber dies Raumverhältniss einen Gewichtsprocentgehalt von 49,3 %

mithin einen Volumenprocentgehalt von

$$\frac{1,2519}{1,0826} \times 49,3 = 57,0 \%$$

wo 1,2519 das Raumverhältniss des Alkohols bei 51° Fahr. bedeutet. *)

Man muss sich daher den Spiritus bei einer Temperatur von 51° Fahr. gemessen denken, und den Alkohol, den man daraus erhalten könnte, bei derselben Temperatur. Wenn aber der Preis eines Eimers Alkohol bei einer Temperatur von 60° Fahr. gegeben ist, so muss derselbe im Verhältniss von $\frac{1,2585}{1,2519}$ erhöht werden oder um 0,5 %. Hundert Maass englischer Proofspirit sind also bei der Temperatur 51° Fahr. gemessen eben so viel werth, als 57,5 Maass Alkohol bei derselben Temperatur gemessen. *Mögl. 120*

Das engl. Spiritometer (von Sikes) giebt, wie wir weiter unten (pag. 115) sehen werden, in seinen Reductionstabellen nicht den Procentgehalt der weingeistigen Flüssigkeit an Proofspirit an, sondern die Zahl, die man zu 100 hinzuzufügen oder von 100 abzuziehen hat, um die Anzahl Maasse Proofspirit, die man aus 100 Maass der Flüssigkeit erhalten kann, zu finden; man muss also zu den (vermittelt der Tabelle gefundenen) Angaben des englischen Spiritometers 100 hinzufügen, wenn es „overproof“ war, oder die Angaben von 100 abziehen, wenn es „underproof“ war, um zu erfahren, wieviel Maass Proofspirit man (durch Hinzufügen oder Entnehmen von Wasser) an 100 Maass der weingeistigen Flüssigkeit erhalten kann. Wenn demnach das engl. Spiritometer 50° giebt, so heisst das so viel, dass man aus 100 Maass der Flüssigkeit 150 Maass Proofspirit (bei der Normaltemperatur) erhält. Nun aber enthalten nach dem Vorhergehenden 100 Maass Proofspirit 57,5 Alkohol; jene 150 Maass also enthalten 86,25 Maass Tralles'schen Alkohol (bei der Normaltemperatur 12°,4 R.). Wenn mithin ein Maass Tralles'scher Alkohol (bei der Temperatur 12°,4 R.) 1 Thaler kostet, so kosten jene 150 Maass Proofspirit (bei 8°,4 R. gemessen)

*) Siehe Tabelle XII.

Handwritten notes:
 100 Maass (51° F) Proof
 entspricht 57,5 Maass Alkohol (60°)
 hier auf 12° 57,5 Maass Alkohol 57,3% zu setzen
 100 Maass (51° F) Proof
 entspricht 57,5 Maass Alkohol (60°)
 hier auf 12° 57,5 Maass Alkohol 57,3% zu setzen
 100 Maass (51° F) Proof
 entspricht 57,5 Maass Alkohol (60°)
 hier auf 12° 57,5 Maass Alkohol 57,3% zu setzen

150 Thaler. Hier ist zu bemerken, dass in England die Reduction des Volumens der weingeistigen Flüssigkeit auf die Normaltemperatur vernachlässigt wird; man nimmt also auf die Temperatur, die bei der Messung der weingeistigen Flüssigkeit stattfand, keine Rücksicht, oder man nimmt an, dass im Durchschnitt alle Messungen bei der Temperatur $8^{\circ},4$ R. geschehen. Diese Annahme mag sich in England nicht sehr von der Wahrheit entfernen, weil die mittlere Temperatur der Keller in England sich wohl nur wenig von $8^{\circ},4$ R. entfernt; in Deutschland aber und in anderen Ländern, zumal in Russland, könnten aus solcher Vernachlässigung bedeutende Fehler entstehen.

Vom Spiritometer.

Wir wollen Spiritometer diejenigen Aräometer nennen, welche nicht den Procentgehalt in Alkohol, sondern in irgend einer schwächeren Spiritussorte angeben. In vielen Ländern ist es nämlich Gebrauch, den Preis der verschiedenen Spiritussorten nicht darnach zu bestimmen, wieviel Alkohol sie enthalten, sondern darnach, wieviel man daraus gewöhnlichen Trinkbranntwein von einer bestimmten Sorte durch Beimischung von Wasser machen kann. Dieser Trinkbranntwein von bestimmter Stärke wird Probespiritus genannt; der Preis dieses Probespiritus ist alsdann maassgebend für den Preis aller übrigen Spiritus- und Branntweinsorten.

Es sei z. B. in irgend einem Lande eingeführt, den Preis der verschiedenen Spiritussorten nach dem Preise eines Probespiritus von 50 % zu bestimmen, so ist es klar, dass durch Beimischung von Wasser 100 Eimer reiner Alkohol 200 Eimer Probespiritus liefern, dass also der Alkohol doppelt soviel kosten muss, als der Probespiritus; wenn man aber ein Spiritometer construiren will, welches unmittelbar anzeigt, wieviel Eimer Probespiritus man aus hundert Eimern der zu untersuchenden Spiritussorte durch Beimischung von Wasser erhalten kann, so muss der Stiel dieses Spiritometers so eingetheilt sein, dass 200 Procent des Spiritometers auf 100 Procent Alkohol fallen, und so mit allen übrigen Spiritussorten, oder mit andern Worten, man muss immer die Zahlen des gewöhnlichen Alkoholometers verdoppeln. Es sei also im Allgemeinen ein Probespiritus von n Procent gegeben; es werde mit a der Procentgehalt an Alkohol, mit a' der Procentgehalt an Probespiritus*) bezeichnet, so hat man

$$\frac{a}{n} : 100 = a'.$$

Um also ein Spiritometer zu construiren, braucht man nur die auf der Alkoholometer-Mischung verzeichnete Zahl mit $\frac{100}{n}$ zu multipliciren.

*) Da der Probespiritus mehr Wasser enthält, als Spiritus, so versteht man unter „Procentgehalt an Probespiritus“ nicht, wieviel Eimer Probespiritus in 100 der zu untersuchenden Spiritussorte enthalten sind, sondern wieviel Eimer Probespiritus 100 Eimer der zu untersuchenden Spiritussorte durch Beimischung von Wasser geben. Diejenigen Spiritussorten, die schwächer sind, als der Probespiritus, nennt man Unterprobe (under proof) und bei diesen hat das Wort „Procentgehalt an Probespiritus“ die gewöhnliche Bedeutung. — Von denjenigen Sorten aber, die stärker sind, als der Probespiritus, sagt man, dass sie über Probe sind (over proof).

Es versteht sich hierbei von selbst, dass die Normaltemperatur, auf welche sich die Angaben des Spiritometers beziehen, dieselbe sein muss, als beim Alkoholometer. Ist das nicht der Fall, so wird die Theilung eine ganz andere, man möge nun Probespiritus oder Alkohol den Angaben zu Grunde legen.

Das Sikes'sche (englische) Spiritometer z. B. bezieht sich nicht auf 12°,4 R. (60° Fahr.), sondern auf 8°,4 R. (51° Fahr.). Diesem Spiritometer kann also nicht die Gilpin'sche Tabelle für 60° Fahr. zu Grunde gelegt werden, sondern man muss nach derjenigen rechnen, die zur Temperatur von 51° Fahr. gehört. Wenn man nach dieser die Raumverhältnisse der verschiedenen Spiritussorten berechnet, so findet man die Werthe, die in der folgenden Tafel zusammengestellt sind. Um die Gilpin'schen Procente in Sikes'sche Procente zu verwandeln, dienen folgende Angaben. Sikes' Probespiritus wird so definirt, dass er bei der Normaltemperatur von 51° Fahr. ein Raumverhältniss von $\frac{13}{12}$ oder 1,0833

und ein specifisches Gewicht von 0,92308 hat; dieses specifische Gewicht bezieht sich auf Wasser von derselben Temperatur, d. h. von 8°,4 R.; das giebt für das specifische Gewicht, auf Wasser von 12°,4 R. bezogen, 0,92364. Aus der Gilpin'schen Tabelle für 51° Fahr. ersieht man, dass dieses specifische Gewicht einem Procentgehalt vom Gilpin'schen Probespiritus von 61,60 entspricht. Wir sehen also, dass 100 Proben Sikes 61,60 Procent Gilpin entsprechen, und hieraus folgt, dass die Gilpin'schen Procente mit 100 multiplirt und durch 61,60 dividirt werden müssen, um Sikes'sche Procente zu erhalten. Man kann demnach aus der Gilpin'schen Tafel für 51° F. eine Tafel berechnen, die zu jedem Sikes'schen Procentgehalt das zugehörige specifische Gewicht giebt; dieses aber, welches sich auf Wasser von 60° F. bezieht, muss auf Wasser von 51° F. bezogen werden; ist diese Reduction geschehen, so dividirt man die erhaltenen Zahlen in die Einheit und erhält die Raumverhältnisse, die den Sikes'schen Procenten entsprechen. Auf diese Art habe ich folgende Tafel berechnet:

Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.
162,3	1,2066	151,0	1,1765	139,0	1,1501	127,0	1,1270	115,0	1,1061
162,0	1,2057	150,0	1,1742	138,0	1,1481	126,0	1,1252	114,0	1,1044
161,0	1,2028	149,0	1,1719	137,0	1,1461	125,0	1,1234	113,0	1,1028
160,0	1,2000	148,0	1,1697	136,0	1,1441	124,0	1,1216	112,0	1,1013
159,0	1,1971	147,0	1,1675	135,0	1,1422	123,0	1,1197	111,0	1,0998
158,0	1,1944	146,0	1,1653	134,0	1,1401	122,0	1,1180	110,0	1,0982
157,0	1,1917	145,0	1,1631	133,0	1,1382	121,0	1,1163	109,0	1,0967
156,0	1,1890	144,0	1,1608	132,0	1,1363	120,0	1,1146	108,0	1,0952
155,0	1,1864	143,0	1,1587	131,0	1,1345	119,0	1,1129	107,0	1,0936
154,0	1,1839	142,0	1,1565	130,0	1,1326	118,0	1,1111	106,0	1,0921
153,0	1,1815	141,0	1,1544	129,0	1,1307	117,0	1,1094	105,0	1,0906
152,0	1,1790	140,0	1,1523	128,0	1,1289	116,0	1,1077	104,0	1,0891

Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.	Sikes %	R.
103,0	1,0877	82,0	1,0602	61,0	1,0399	40,0	1,0265	19,0	1,0143
102,0	1,0863	81,0	1,0591	60,0	1,0391	39,0	1,0260	18,0	1,0136
101,0	1,0848	80,0	1,0579	59,0	1,0383	38,0	1,0254	17,0	1,0131
100,0	1,0833	79,0	1,0569	58,0	1,0374	37,0	1,0249	16,0	1,0124
99,0	1,0820	78,0	1,0557	57,0	1,0368	36,0	1,0243	15,0	1,0116
98,0	1,0805	77,0	1,0547	56,0	1,0362	35,0	1,0238	14,0	1,0110
97,0	1,0792	76,0	1,0537	55,0	1,0356	34,0	1,0232	13,0	1,0103
96,0	1,0778	75,0	1,0526	54,0	1,0350	33,0	1,0227	12,0	1,0096
95,0	1,0765	74,0	1,0516	53,0	1,0344	32,0	1,0221	11,0	1,0089
94,0	1,0751	73,0	1,0506	52,0	1,0336	31,0	1,0215	10,0	1,0082
93,0	1,0737	72,0	1,0496	51,0	1,0330	30,0	1,0209	9,0	1,0075
92,0	1,0724	71,0	1,0486	50,0	1,0324	29,0	1,0203	8,0	1,0067
91,0	1,0711	70,0	1,0477	49,0	1,0318	28,0	1,0198	7,0	1,0059
90,0	1,0699	69,0	1,0468	48,0	1,0311	27,0	1,0192	6,0	1,0049
89,0	1,0685	68,0	1,0458	47,0	1,0306	26,0	1,0187	5,0	1,0040
88,0	1,0672	67,0	1,0449	46,0	1,0300	25,0	1,0181	4,0	1,0032
87,0	1,0661	66,0	1,0441	45,0	1,0294	24,0	1,0175	3,0	1,0025
86,0	1,0649	65,0	1,0432	44,0	1,0288	23,0	1,0169	2,0	1,0018
85,0	1,0638	64,0	1,0423	43,0	1,0282	22,0	1,0163	1,0	1,0009
84,0	1,0625	63,0	1,0414	42,0	1,0276	21,0	1,0156	0,0	1,0000
83,0	1,0614	62,0	1,0407	41,0	1,0271	20,0	1,0149		

Die den Procenten 163, 164 — 169 entsprechenden Raumverhältnisse kann man nicht anders als durch Interpolation (mit Berücksichtigung der zweiten Differenz) finden, da die Gilpin'schen Versuche nicht so weit gehen; man findet nämlich

Sikes Proc.	Raumverhältniss
162,0	1,2057
163,0	1,2086
164,0	1,2116
165,0	1,2146
166,0	1,2177
167,0	1,2208
168,0	1,2240
169,0	1,2272

Rechnet man nun nach den Formeln auf Seite 37, indem man $R = 1,2272$, $R' = 1$, $r = 0,1138$, $n = 9$ setzt, so erhält man

$R' = 1,2018$	$R^{\text{vi}} = 1,0846$
$R'' = 1,1772$	$R^{\text{vii}} = 1,0627$
$R''' = 1,1533$	$R^{\text{viii}} = 1,0413$
$R^{\text{iv}} = 1,1299$	$R^{\text{ix}} = 1,0204$
$R^{\text{v}} = 1,1070$	

	Gefunden *)
$p_1 = 0,0230$	0,0227
$p_2 = 0,0466$	0,0461
$p_3 = 0,0707$	0,0700
$p_4 = 0,0954$	0,0946
$p_5 = 0,1207$	0,1197
$p_6 = 0,1465$	0,1454
$p_7 = 0,1731$	0,1718
$p_8 = 0,2000$	0,1993
$p_9 = 0,2276$	0,2270

Vergleicht man diese Werthe R' , R'' , R''' etc. mit der obigen Tafel, so hat man folgende Sikes'sche Procentgehalte für die eben gefundenen verschiedenen Werthe von R , R' , R'' etc.

berechnet	nach Sikes	berechnet	nach Sikes
$R = 169,0$	169,0	$R^v = 115,6$	115,7
$R' = 160,6$	160,5	$R^{vi} = 101,0$	101,2
$R'' = 151,3$	151,1	$R^{vii} = 84,1$	84,5
$R''' = 140,5$	140,6	$R^{viii} = 63,0$	63,1
$R^{iv} = 128,5$	128,8	$R^{ix} = 29,1$	29,1

Vergleichung der in verschiedenen Staaten gebräuchlichen Alkoholometer.

Frankreich. In Frankreich ist das Gay-Lussac'sche Centesimal-Alkoholometer eingeführt, welches sich vom Tralles'schen nur dadurch unterscheidet, dass die Normaltemperatur eine andere ist; sodann werden die Temperaturen nicht nach dem Réaumur'schen, sondern nach dem in Frankreich allgemein gebräuchlichen hunderttheiligen Thermometer angegeben.

Die Normaltemperatur, bei welcher das Gay-Lussac'sche Alkoholometer das Volumenprocent an Alkohol für jede weingeistige Flüssigkeit angeben soll, ist zu 15°C . fixirt, d. h. zu 12°R . Wir wollen nun sehen, was für einen Unterschied das in der Theilung beider Alkoholometer hervorbringt.

Da das Wasser für die Theilungen beider Alkoholometer den Ausgangspunkt bildet, so werden beide in Wasser bei der respectiven Normaltemperatur bis 0% einsinken; das Raumverhältniss des Wassers ist für beide Alkoholometer der Einheit gleich gesetzt, da sich für Beide die Raumverhältnisse der weingeistigen Mischungen auf Wasser von derselben Temperatur beziehen, nämlich beim Gay-Lussac'schen Alkoholometer auf Wasser von $15^\circ,0 \text{C}$., bei dem Tralles'schen auf Wasser von $15^\circ,6 \text{C}$. Das Raumverhältniss des Alkohols ist also für das Gay-Lussac'sche Alkoholometer offenbar etwas kleiner, da der

*) Die hier angegebenen Werthe von p_1, p_2, p_3 etc. gab ein von Potter in London sehr sorgfältig gearbeitetes Spiritometer.

Alkohol durch die Wärme mehr ausgedehnt wird als das Wasser. Die Ausdehnung des Wassers zwischen $15^{\circ},0$ und $15^{\circ},6$ ist 0,000091, das Volumen des Wassers bei $15^{\circ},0$ der Einheit gleich gesetzt. Die Ausdehnung des Alkohols ist zwischen denselben Temperaturen 0,000525. Hieraus folgt, dass das Raumverhältniss des Alkohols, wenn man dessen Temperatur von $15^{\circ},6$ auf $15^{\circ},0$ erniedrigt, im Verhältniss von $\frac{1,000525}{1,000091}$ abnimmt, d. h. aus 1,2585 wird 1,2579;

wenn also Gay-Lussac für seine Normaltemperatur das Raumverhältniss des Alkohols zu 1,2583 ansetzt oder dessen specifisches Gewicht zu 0,7947, so ist das zu viel, oder der Alkohol, den Tralles seiner Tabelle zu Grunde gelegt hat, enthält ein wenig Wasser. Dieser kleine Unterschied giebt freilich nur $\frac{1}{16}\%$ Wasser, d. h. der Unterschied zwischen der Angabe des Gay-Lussac'schen und Tralles'schen Alkoholometers ist beim Alkohol so klein, dass er in der Praxis vernachlässigt werden kann. Bei den Mischungen aus Alkohol und Wasser sind die Unterschiede zwar grösser, denn der grösste hat gegen 60% statt und beträgt 0,0008; da aber die Gay-Lussac'schen Raumverhältnisse kleiner sein müssen, als die Tralles'schen, und zwar bei 60% um 0,0004, so bleibt als wahrer Unterschied zwischen beiden Angaben nur noch 0,0004 übrig, d. h. ungefähr $\frac{1}{6}\%$, und diese Grösse kann ebenfalls vernachlässigt werden, zumal da die französischen Alkoholometer gewöhnlich keine grosse Genauigkeit haben.

Was endlich das Verhältniss der beiderseitigen Preise nach den Anzeigen beider Alkoholometer betrifft, so ist die Ausdehnung des Branntweins zwischen $12^{\circ},0$ und $12^{\circ},4$ R. so gering, dass der Preis eines Eimers sich um weniger als um $\frac{1}{10}\%$ ändert; man kann folglich die für das Tralles'sche Alkoholometer bestimmten Preise unmittelbar auf das Gay-Lussac'sche übertragen, ohne irgend eine Reduction.

England. Das englische Spiritometer (Sikes' Hydrometer) ist schon oben (siehe p. 115) besprochen worden. Die Flüssigkeit, die diesem Spiritometer zu Grunde liegt, ist nicht reiner Alkohol, sondern eine weingeistige Mischung aus Alkohol und Wasser, deren specifisches Gewicht bei 51° Fahr. $\frac{12}{13}$ beträgt; das Raumverhältniss dieser Flüssigkeit ist also 1,08333, das Raumverhältniss des Wassers bei 51° F. Temperatur der Einheit gleich gesetzt. Diese Flüssigkeit wird Probespiritus (proofspirit) genannt; die Stärke desselben wird mit 0° bezeichnet. Alle stärkeren Spiritussorten nennt man Ueberprobe (overproof), alle schwächeren Unterprobe (underproof). Wenn nun 100 Eimer einer Spiritussorte bei der angeführten Normaltemperatur, mit Wasser gemischt, 120 Eimer Probespiritus geben, so bezeichnet man diese Sorte mit 20° über Probe; geben aber 100 Eimer einer Spiritussorte, nachdem man das überflüssige Wasser entfernt hat, 80 Eimer Probespiritus, so nennt man das 20° unter Probe. Um jede Verwechslung zu vermeiden, wird man wohl thun, die Grade über der Probe mit +, die Grade unter der Probe mit — zu bezeichnen, das Wasser wird also mit — 100° bezeichnet. Es ist somit offenbar, dass, (da das Wasser

4/10%

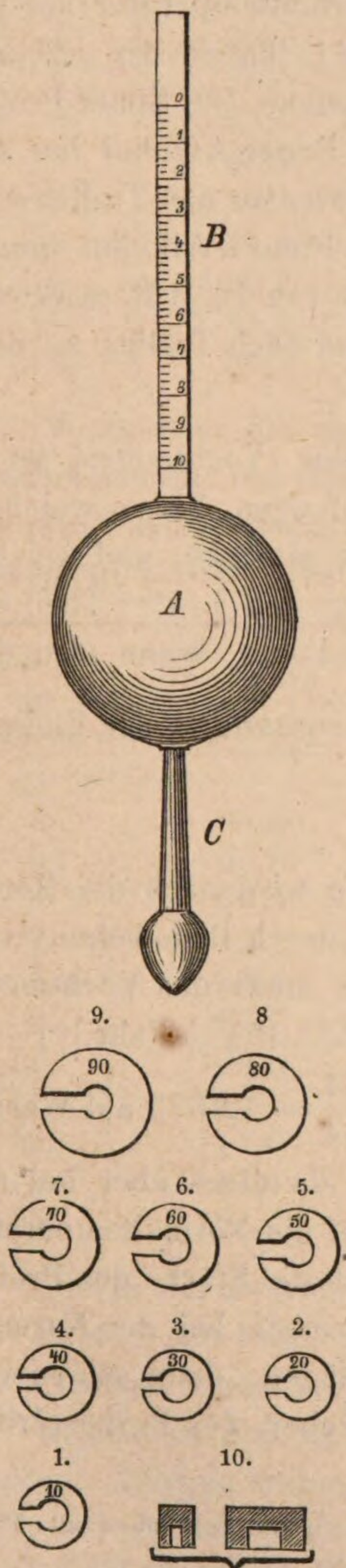
Nichts kostet,) 100 Eimer Spiritus von 20° Ueber-Probe soviel wie 120 Eimer Probespirit, und 100 Eimer Spiritus von 20° Unter-Probe soviel wie 80 Eimer Probespirit kosten; d. h. man braucht nur die gegebene Anzahl Grade zu 100 hinzuzuaddiren, wenn man Ueberprobe hat, oder von 100 abzuziehen, wenn man Unterprobe hat, um die Menge Probespirit zu haben, die man aus 100 Eimern des untersuchten Spiritus durch Beimischung oder Entziehung von Wasser erhalten könnte, wodurch auch der Preis desselben bestimmt wird. Es möge z. B. der Preis von 100 Eimern Probespirit 100 Schilling betragen, so kosten

100 Eimer Spiritus von 20° Ueber-Probe 120 Schilling und 100 Eimer Spiritus von 20° Unter-Probe 80 Schilling u. s. f. Die Sikes'schen Grade geben also die Procen te an, die man zum Preise des Probespirit zuschlagen oder von demselben abziehen muss, um den Preis des untersuchten Spiritus zu erhalten.

Das englische Spiritometer (Fig. 18) hat folgende Einrichtung: Der Körper *A* hat einen oberen und unteren Stiel *B* und *C*; der obere *B* ist vollkommen prismatisch oder cylindrisch und ist in 10 gleiche Haupttheile getheilt, jeder Haupttheil aber noch in 5 kleinere Theile, so dass also jeder kleinere Theil $\frac{2}{10}$ der grösseren beträgt. Der Nullpunkt befindet sich am oberen Ende der Skale; der unterste Strich ist mit der Zahl 10 bezeichnet. An das Ende des unteren Stiels *C* ist ein massives umgekehrt kegelförmiges Stück Messing angelöthet, welches als Gegengewicht dient und macht, dass das Spiritometer immer aufrecht schwimmt, ohne sich auf die eine oder andere Seite zu neigen. Der Stiel *C* ist überdies so eingerichtet, dass man ihn mit verschiedenen besonderen Gewichten beschweren kann, die besonders abgebildet sind. Dieser Gewichte giebt es neun.

Wenn man das Spiritometer mit dem Gewichte No. 9 beschwert und es in Wasser (von $8^{\circ},4$ R. Temperatur) taucht, so sinkt es bis zum untersten Strich der Skale ein, d. h. bis 10. Die Temperatur der Flüssigkeit wird vermittelst eines das Spiritometer begleitenden Thermometers bestimmt. Zehn Tabellen geben für jede Anzeige des Spiritometers und für jede Temperatur von 30° bis 80° Fahr. die entsprechenden Grade der Flüssigkeit bei der Normal-

Fig. 18.



temperatur an. Im Probespiritus sinkt das Sikes'sche Spiritometer bis 0,8 ein (bei der Normaltemperatur von $8^{\circ},4$ R.), wenn dasselbe vorher mit dem Gewichte No. 6 beschwert worden ist; ein besonderer Strich, auf der schmalen Seite des prismatischen Stieles gezogen, bezeichnet diesen Punkt. Ein besonderes vierkantiges Gewicht (No. 10), welches auf das obere Ende des Stiels geschoben werden kann, also nicht in die Flüssigkeit taucht und nur das Gewicht des ganzen Spiritometers vermehrt, ist so ajustirt, dass das Spiritometer mit demselben und dem Gewicht No. 6 beschwert, in Wasser von der Normaltemperatur eben auch bis 0,8 einsinkt.

Im Vorhergehenden (s. Ueber den Einfluss der Normaltemperatur auf die Preisbestimmung der weingeistigen Flüssigkeiten p. 111) haben wir gesehen, dass bei der Preisbestimmung der weingeistigen Mischungen 100 Eimer Probespiritus bei $8^{\circ},4$ R. gemessen soviel kosten wie $57^{\circ},5$ Eimer Alkohol bei der Temperatur $12^{\circ},4$ R. gemessen. Da nun in allen Ländern, wo das Tralles'sche Alkoholometer eingeführt ist, unter dem Preise eines Eimers Alkohol immer angenommen ist, dass dieser Eimer bei einer Temperatur von $12^{\circ},4$ R. gemessen wurde, so verhält sich der Preis eines Procents Alkohol nach Tralles zu dem Preise eines Grades Proofspirit wie 100 zu 57,5.

Niederlande. Das Niederländische Spiritometer (Vochtmetr) ist in 144 gleiche Theile getheilt, welche an dem Punkte anfangen, bis zu welchem das Spiritometer in Wasser von 60° Fahr. Temperatur einsinkt, und welcher mit 0° bezeichnet ist; jeder dieser 144 Theile beträgt den 144^{sten} Theil des Volumens des Spiritometers unterhalb des Nullpunktes. Wenn also das Spiritometer bis x einsinkt, so ist $\frac{144+x}{144}$ das Raumverhältniss der Flüssig-

keit und $\frac{144}{144+x}$ ihr specifisches Gewicht.

Der Preis des Spiritus und mithin auch die Accise wird nach der Menge Probebranntwein (Proefvocht) berechnet, welche man durch Beimischung von Wasser zum Spiritus erhält. In diesem Probespiritus sinkt das Vochtmetr bis 10° ein bei der Normaltemperatur $10^{\circ},0$ R. = $12^{\circ},5$ C. ($54^{\circ},5$ Fahr.)*)

Das Raumverhältniss des Probespiritus ist also $\frac{154}{144} = 1,0695$ auf Wasser von $12^{\circ},4$ R. bezogen, welches 49,6 % Tralles giebt; da diese aber bei der Temperatur $10^{\circ},0$ R. gefunden werden, so sind sie auf die Normaltemperatur $12^{\circ},4$ zu reduzieren und geben alsdann 50,7 %, das ist die Stärke des Probespiritus bei $12^{\circ},4$ R. Will man aber den Werth desselben bei der Normaltemperatur 10° R. haben, so ist noch 0,1 % hinzuzufügen; denn um so viel Procent wird das Gewicht oder der Preis der Maasseinheit des Probespiritus

*) Da in Holland bei dem Gebrauch des Alkoholometers noch häufig das Fahrenheit'sche Thermometer gebraucht wird, so hat man diese Zahl in 55° Fahr. abgerundet.

Mass (bei $51^{\circ},7$ gemessen) Spiritus $\pm K^{\circ}$ Spiritometer kostet $(0,5736 \pm K \cdot 0,005736)$ mal
 Mass des Alkohols bei 60° gemessen und ein Mass (bei 60° gemessen) Spiritus
 also kostet $\frac{2}{100}$ mal so viel als 1 Mass des Alkohols bei 60° F

zwischen $12^{\circ},4$ und $10^{\circ},0$ R. grösser*); wir haben also 50,8 % für den Werth des Probespiritus bei der Normaltemperatur, wenn der Werth des Alkohols bei $12^{\circ},4$ R. gleich 100 gesetzt wird. Ebenso findet man die entsprechenden Werthe für 20° , 30° etc. des Voichtmeters, woraus endlich folgende Tabelle entsteht:

Vochtmetr.	Tralles.	Vochtmetr.	Tralles.	Vochtmetr.	Tralles.
0	0,0	13	59,5	26	86,8
1	5,1	14	62,1	27	88,5
2	10,6	15	64,6	28	90,0
3	16,9	16	67,1	29	91,5
4	23,9	17	69,4	30	92,9
5	30,5	18	71,6	31	94,2
6	35,8	19	73,7	32	95,5
7	40,2	20	75,8	33	96,7
8	44,1	21	77,8	34	97,7
9	47,6	22	79,7	35	98,8
10	50,8	23	81,6	36	99,8
11	53,9	24	83,5		
12	56,7	25	85,2		

Wenn man die in der zweiten Kolonne enthaltenen Zahlen durch 50,8 dividirt und mit 100 multiplicirt, so erhält man die Anzahl Eimer Probespiritus, die durch Beimischung von Wasser aus 100 Eimern irgend einer Spiritussorte gewonnen werden. Die folgende Tafel enthält diese Werthe:

Anzeige des Voichtmeters.	Anzahl der Eimer Probespiritus, die man aus 100 Eimern der Spiritus- sorte erhält.	Anzeige des Voichtmeters.	Anzahl der Eimer Probespiritus, etc.	Anzeige des Voichtmeters.	Anzahl der Eimer Probespiritus etc.
4	47,5	15	127,2	26	170,9
5	60,0	16	132,1	27	174,2
6	70,5	17	136,6	28	177,2
7	79,1	18	141,0	29	180,1
8	86,8	19	145,1	30	183,2
9	93,7	20	149,1	31	185,4
10	100,0	21	153,2	32	188,0
11	106,1	22	156,9	33	190,4
12	111,6	23	160,6	34	192,3
13	117,1	24	164,4	35	194,5
14	122,2	25	167,7	36	196,5

Die in der zweiten Kolonne enthaltenen Zahlen sind also die Werthe von 100 Eimern der fraglichen Sorte Spiritus, wenn ein Eimer des Probespiritus einen Gulden kostet bei der Normaltemperatur $10^{\circ},0$ R.

In neuerer Zeit ist den Kammern ein neues Spiritometer vorgeschlagen worden, welches wahrscheinlich eingeführt werden wird. Dasselbe ist ganz

*) Siehe die Tafel II.

mit dem Gay-Lussac'schen Centesimal-Alkoholometer identisch. Die Temperaturen werden ebenfalls mit dem Centesimal-Thermometer gemessen, die Normaltemperatur ist auch 15° C., der Normalspiritus (Probespiritus) aber ist nicht Alkohol, sondern ein Spiritus von 50 %, die Anzeigen desselben müssen daher, will man die Alkoholprocente finden, durch 2 dividirt werden.

Noch ist zu bemerken, dass so wie die specifischen Gewichte der verschiedenen Spiritussorten, auf welchen das Gay-Lussac'sche Alkoholometer beruht, hin und wieder von denjenigen abweichen, die Gilpin gefunden hat, ebenso die specifischen Gewichte derselben Sorte, die dem neuen niederländischen Alkoholometer zu Grunde liegen, ein wenig sowohl von den Gay-Lussac'schen als von den Gilpin'schen abweichen: denn bei Construirung des niederländischen Alkoholometers sind beide Arbeiten von Baumhauer einer neuen Revision unterzogen worden, die etwas abweichende Resultate gegeben hat; doch sind die Unterschiede so gering, dass sie in der Praxis vollkommen vernachlässigt werden können.*)

Aräometer von Beaumé und Cartier. Das Aräometer von Beaumé, das ich seiner grossen Ausbreitung wegen nicht mit Stillschweigen übergehen kann, ist von seinem Erfinder nicht genau genug bestimmt worden, um eine scharfe Vergleichung mit den übrigen Alkoholometern aushalten zu können; aber man kann ohne dieselbe annehmen, dass es das holländische ist, mit dem Unterschiede, dass man nicht vom Nullpunkte, sondern von 10° zu zählen anfängt, indem das Alkoholometer in Wasser nicht bis 0° , sondern bis 10° einsinkt. Man hat also

$$B = N + 10$$

wenn B und N die Angaben des Beaumé'schen und niederländischen Alkoholometers bedeuten.

Für das Alkoholometer von Cartier hat man folgende Formel, wenn C die Grade nach Cartier, B die Grade nach Beaumé, N aber die Grade nach dem niederländischen Alkoholometer bezeichnen,

$$B = \frac{1}{15} (16 C - 10) = N + 10.$$

Da man nun mittelst der vorhergehenden Tabelle die Anzeigen des niederländischen Alkoholometers in Grade des Tralles'schen verwandeln kann, so ist es leicht, jede Anzeige des Cartier'schen Alkoholometers in Tralles'sche Procente zu verwandeln, z. B.

*) Siehe über das neue niederländische Alkoholometer: Sur la densité, la dilatation, le point d'ébullition et la force élastique de la vapeur de l'alcool et des mélanges d'alcool et d'eau par E. H. van Baumhauer, in den Abhandlungen der Amsterdamer Akademie der Wissenschaften, 1860, Bd. IX. — Tables pour la détermination de la force réelle en alcool des mélanges d'alcool et d'eau correspondant aux diverses indications données soit par l'aréomètre centésimal, l'aréomètre neerlandais et l'aréomètre de Beaumé, soit par la pesée hydrostatique, les densimètres et les alcoomètres par C. H. van Baumhauer et F. H. van Moorsel. Amsterdam, van der Post, 1861.

Cartier.	Tralles.	Cartier.	Tralles.
10	0,0	40	95,5
20	53,3	43,75	99,8
30	78,5	44,0	100

Diese Tabelle weicht nur sehr wenig von der ab, die Gay-Lussac gegeben hat, und man kann die obigen Formeln als sehr genau ansehen, besonders da die Cartier'schen Alkoholometer nicht genau genug gearbeitet sind, um solche kleinen Unterschiede ausser Zweifel zu setzen.

Alkoholometer von Beek. Dies ist ein in gleiche Theile getheiltes Aräometer, welches bei der Normaltemperatur von 10° R. in Wasser bis 0 einsinkt, in eine Flüssigkeit von 0,850 specifischem Gewicht aber bis 30. Da das Raum-

verhältniss dieser Flüssigkeit $\frac{1}{0,850} = \frac{30}{25,5} = 1 + \frac{4,5}{25,5}$ ist, so entspricht

jeder Grad des Beek'schen Aräometers einer Raumzunahme von $\frac{1}{170}$ des Vo-

lumens des Aräometers bis 0 der Einheit gleich gesetzt. Wir haben also, wenn man mit R das Raumverhältniss der Flüssigkeit bezeichnet und mit n die Anzahl der Grade, bis zu welchen das Aräometer in der Flüssigkeit einsinkt (bei der Normaltemperatur von 10° R.),

$$R = \frac{170 + n}{170}$$

Mit Hülfe der Tafel auf pag. 4 ist es nun leicht, den jedem Raumverhältniss entsprechenden Procentgehalt an Alkohol zu finden; da aber die Tafel auf pag. 4 für die Normaltemperatur von $12^{\circ},4$ R. berechnet worden ist, so muss, weil es hier gilt, den Werth der Flüssigkeit zu finden, der bei derselben Anzeige des Alkoholometers bei einer Temperatur von $10^{\circ},0$ R. stattfindet, der entsprechende Procentgehalt in den Tafeln I. und II. aufgesucht werden. Es sei z. B. $n = 20$, so ist $R = 1,1176$, welches nach der Tabelle auf pag. 4 ein Procentgehalt von 68,0 % giebt; nach den Tafeln I. und II. jedoch giebt dieser Procentgehalt bei 10° R. einen Werth von 69,2 %, welches mithin die wahre Bedeutung von 20° Beek in Tralles'schen Procenten ist. Man erhält auf diese Art folgende Tabelle:

Beek.	Tralles.	Beek.	Tralles.
0	0,000	40	97,7
10	45,8	42	99,4
20	69,2	42,8	100,0
30	85,9		

2
wfr
69.0

Von der Mischung verschiedener weingeistiger Flüssigkeiten mit einander und mit Wasser.

Es seien eine beliebige Anzahl Spiritus- oder Branntweinsorten gegeben, deren Mengen seien A, B, C, D etc. In jeder dieser Mengen seien a, b, c, d etc. Procent Alkohol enthalten und a', b', c', d' etc. Procent Wasser, welche Zahlen aus der Tafel auf pag. 4 genommen werden können. Wenn wir uns auf 3 Spiritus- oder Branntweinsorten beschränken und zwei von ihnen mischen, um eine dritte zu erhalten, so haben wir, da die Alkohol- und Wassermengen beim Mischen dieselben bleiben, folgende Gleichungen:

$$Aa + Cc = Bb \quad (1)$$

$$Aa' + Cc' = Bb' \quad (2)$$

wo B, b und b' die Menge und den Procentgehalt von Alkohol und Wasser der Mischung bedeuten.

Aus diesen beiden Gleichungen kann man zwei unbekannte Grössen bestimmen und somit alle Aufgaben, welche die Mischung von Spiritus mit anderen Spiritussorten oder mit Wasser betreffen, auflösen.

I. Mischung von verschiedenen Sorten Spiritus und Branntwein mit einander.

Hier kann die Aufgabe eine doppelte sein:

1. Man hat A Eimer a procentigen Spiritus und eine beliebige Anzahl Eimer c procentigen, wie viel Eimer b procentigen kann man durch Mischung der beiden Sorten erhalten und wie viel Eimer c procentiger sind dazu nöthig?

Es sei B und C die gesuchte Anzahl Eimer der b und c procentigen, so hat man $Aa + Cc = Bb$

$$Aa' + Cc' = Bb'$$

$$\text{also } C = A \times \frac{a \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)}{c \left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)}$$

$$\text{und } B = A \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a} \right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)}$$

Es sei zum Beispiel

$$A = 100, a = 80, c = 40, b = 60,$$

so haben wir, wenn wir die Werthe von $\frac{a'}{a}, \frac{b'}{b}, \frac{c'}{c}$ aus der Tafel III nehmen,

$$\frac{a'}{a} = 0,2853$$

$$\frac{b'}{b} = 0,7277$$

$$\frac{c'}{c} = 1,5852$$

$$C = 103,2$$

$$B = 202,2.$$

Man kann diese Rechnung auf folgende Weise erleichtern, wenn man dazu die Tafel IV benutzt.

$$\text{Wenn man in die Gleichung } C = A \cdot \frac{a \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)}{c \left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)} \text{ } A = 100, c = 0,$$

$c' = 100$ setzt, so bekommt man offenbar die Menge Wasser, die man zu 100 Eimern des a procentigen Spiritus hinzusetzen muss, um b procentigen zu erhalten; diese Menge wollen wir mit w'' bezeichnen; wir haben also $w'' = a \cdot \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)$. Ebenso erhält man

$$w' = b \cdot \left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)$$

$$w = a \cdot \left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a} \right)$$

wenn man mit w die Menge Wasser bezeichnet, die nöthig ist, um 100 Eimer a procentigen Spiritus in c procentigen zu verwandeln, und mit w' die Menge Wasser, die nöthig ist, um 100 Eimer b procentigen Spiritus in c procentigen zu verwandeln. Diese Werthe, in die obigen Gleichungen substituirt, geben

$$B = A \cdot \frac{w}{w'}$$

$$C = A \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{w''}{w'}$$

Die Werthe von w , w' und w'' findet man aus der Tafel IV.

Man findet nämlich in dieser Tabelle $w = 103,99$, $w' = 51,44$, $w'' = 35,39$, woraus, da $A = 100$, $b = 60$ und $c = 40$ ist,

$$B = \frac{100 \times 103,99}{51,44} = 202,2$$

$$C = 100 \times \frac{60}{40} \times \frac{35,4}{51,5} = 103,2.$$

2. Man hat 2 Spiritussorten von a und c Procent Alkoholgehalt, deren Mengen mit A und C bezeichnet werden; es sollen B Eimer von b Procent

Alkoholgehalt aus der Mischung derselben erhalten werden, wieviel muss man von jeder Sorte nehmen?

Hier sind A und C die beiden Grössen, die gesucht werden; man hat also

$$A = \frac{Bb}{a} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b}\right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a}\right)}$$

$$C = \frac{Bb}{c} \cdot \frac{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a}\right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a}\right)}$$

oder auch

$$A = \frac{Bw'}{w}$$

$$C = B \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{w''}{w}$$

Beispiel.*) Man hat Spiritus von 86 % und 52 %, es sollen 250 Eimer von 75 % daraus gemischt werden. Wieviel muss man von jeder Sorte nehmen?

Hier ist $B = 250$, $a = 86$, $b = 75$, $c = 52$.

Aus der Tafel III findet man

$$\frac{a'}{a} = 0,1898$$

$$\frac{b'}{b} = 0,3751$$

$$\frac{c'}{c} = 0,9944$$

$$\text{also } A = \frac{250 \cdot 75}{86} \cdot \frac{0,6193}{0,8046} = 167,8$$

$$C = \frac{250 \cdot 75}{52} \cdot \frac{0,185}{0,804} = 83,0.$$

Mit den letzten Formeln wird die Rechnung etwas einfacher; man hat nämlich aus Tafel IV

$$w = 69,19, w' = 46,45, w'' = 15,94;$$

$$\text{also } A = 250 \cdot \frac{46,45}{69,19} = 167,8$$

$$C = 250 \cdot \frac{75}{52} \cdot \frac{15,94}{69,19} = 83,0.$$

*) Dieses Beispiel ist aus der Alkoholometrie von Brix genommen.

3. Man hat C Eimer Spiritus von einem niedrigen Procentgehalt c und will denselben auf einen höheren Procentgehalt b bringen durch Zusatz von einem Spiritus von noch höherem Procentgehalt a . Wie viel Eimer A des stärkeren Spiritus muss man hinzufügen, und wie viel Eimer B des mittleren Procentgehalts b erhält man?

Hier sind die Grössen A und B unbekannt; man hat also

$$B = \frac{Ccw}{bw''}$$

$$A = \frac{Ccw'}{bw''}$$

oder auch

$$B = \frac{Cc}{b} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a}\right)}{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a}\right)}$$

$$A = \frac{Cc}{a} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b}\right)}{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a}\right)}$$

Beispiel.*) Man hat 120 Eimer 70procentigen Spiritus und will denselben auf die Probe 80 % bringen durch Zusatz von 92procentigen Spiritus. Wieviel Eimer des stärkeren Spiritus muss man zusetzen und wieviel Eimer 80procentigen erhält man?

Hier ist $C = 120$, $c = 70$, $b = 80$, $a = 92$, $w = 34,25$, $w' = 15,33$ und $w'' = 16,63$.

Aus den beiden ersten Formeln findet man

$$B = \frac{120 \cdot 70 \cdot 34,25}{80 \cdot 16,63} = 216,2$$

$$A = \frac{120 \cdot 70 \cdot 15,33}{80 \cdot 16,63} = 96,9.$$

Wenn man zu 120 Eimern 70procentigen Spiritus 96,9 Eimer 92procentigen mischt, so erhält man also nach der obigen Rechnung 216,2 Eimer 80procentigen. Die Zusammenziehung beträgt mithin nur 0,7 Eimer.

4. Man hat mehrere Spiritus- und Branntweinsorten, die man zusammenmischt; man will den Procentgehalt und das Volumen der Mischung haben.

Es seien A, B, C etc. die Anzahl Eimer von jeder Sorte, a, b, c etc. die Procentgehalte derselben und M, m die Anzahl Eimer und der Procentgehalt der Mischung, so hat man nach dem Vorhergehenden

$$Aa + Bb + Cc + \text{etc.} = M \cdot m.$$

*) Dieses Beispiel ist ebenfalls aus der Alkoholometrie von Brix (2. Auflage) genommen.

Ebenso hat man für die Wassermengen

$$Aa' + Bb' + Cc' \text{ etc.} = Mm',$$

wo $a', b', c' \text{ etc.}$ m' die Procentgehalte von Wasser in jeder Sorte und in der Mischung bedeuten, in demselben Sinn genommen, wie die Procentgehalte von Alkohol d. h. nach der Menge, die man hineingegossen hat, vor dem Hineingießen (oder vor der Kontraktion) gemessen.

Hieraus findet man

$$\frac{Aa' + Bb' + Cc' + \text{etc.}}{Aa + Bb + Cc + \text{etc.}} = \frac{m'}{m}$$

Die Werthe von $a', b', c' \text{ etc.}$ findet man aus der Tafel pag. 4, es ist also leicht, $\frac{m'}{m}$ zu finden. Aus der Tafel III. kann man nicht minder leicht finden, welcher

Procentgehalt m dem Verhältniss $\frac{m'}{m}$ entspricht; hat man aber erst m , so auch M , denn

$$\frac{Aa + Bb + Cc + \text{etc.}}{m} = M.$$

Beispiel. Wir haben folgende Spiritussorten:

100 Eimer	von	90 %
50 Eimer	»	60 %
40 Eimer	»	40 %
100 Eimer	»	10 %.

Man will die Anzahl Eimer, die man erhält, und den Procentgehalt der Mischung wissen.

Setzt man in der Formel

$$\frac{Aa' + Bb' + Cc' + Dd'}{Aa + Bb + Cc + Dd} = \frac{m'}{m}$$

$$\begin{array}{l|l} a' = 11,876 & c' = 63,406 \\ b' = 43,664 & d' = 90,714 \end{array}$$

ferner

$$\begin{array}{l|l|l|l} A = 100 & C = 40 & a = 90 & c = 40 \\ B = 50 & D = 100 & b = 60 & d = 10 \end{array}$$

so hat man

$$\frac{m'}{m} = 1,02592$$

also liegt der Procentgehalt m nach der Tafel III zwischen 51 und 52 %, und wenn man genauer interpolirt, so findet man

$$m = 51,2 \%$$

mithin

$$M = 285,2 \text{ Eimer.}$$

Die Kontraktion ist also 4,8 Eimer.

II. Mischung von Spiritus oder Branntwein mit Wasser.

Wenn man aus einer stärkeren weingeistigen Mischung eine schwächere machen will, so hat man nur so viel Wasser hinzuzugiessen, bis die neue Mischung die gewünschte Stärke hat.

Für Wasser ist $c' = 100$ und $c = 0$, wir haben also

$$Aa = Bb \quad (1)$$

$$Aa' + C \cdot 100 = Bb' \quad (2)$$

Hier sind wieder mehrere Aufgaben zu lösen, die wir nach einander behandeln wollen.

1. Wenn man A Eimer irgend einer weingeistigen Mischung durch Hinzufügen von Wasser in eine beliebige andere verwandeln will, wie viel Eimer von der letzteren erhält man?

Die erste der obigen Gleichungen giebt uns unmittelbar $B = \frac{Aa}{b}$.

Beispiel. Wir wollen aus 125 Eimern 85 procentigem Spiritus 45 procentigen machen durch Hinzufügen von Wasser; wie viel Eimer müssen wir erhalten?

Hier ist $A = 125$, $a = 85$, $b = 45$, also

$$B = 125 \cdot \frac{85}{45} = 236,1.$$

2. Wie viel Eimer Wasser muss man zu A Eimern a procentigem Spiritus hinzugiessen, um b procentigen zu erhalten?

Aus der letzteren der obigen Gleichungen erhält man

$$C = \frac{Bb' - Aa'}{100},$$

oder, da $B = \frac{Aa}{b}$,

$$C = \frac{Aa}{100} \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right).$$

Beispiel 1. Wir haben 125 Eimer 85 procentigen Spiritus und wollen 45 procentigen daraus machen; wie viel Eimer Wasser sind hinzuzufügen?

In der Tabelle III finden wir

$$\text{für } 45 \% \quad \frac{b'}{b} = 1,30207$$

$$\text{für } 85 \% \quad \frac{a'}{a} = 0,204920$$

$$\text{also } C = \frac{125 \cdot 85}{100} (1,3021 - 0,2049) = 116,58.$$

Oder man sucht in der Tafel IV, wie viel Eimer Wasser zu 100 Eimern 85 pro-

centigen Spiritus gesetzt werden müssen, um 45 procentigen zu erhalten. Man findet 93,26;

$$\text{also für 125 Eimer } \frac{93,26 \cdot 125}{100} = 116,58.$$

Beispiel 2. Man braucht 100 Eimer Branntwein von 45 %; wie viel Spiritus von 80 % muss man nehmen, und wie viel Wasser zu diesem Spiritus hinzusetzen?

Um diese Aufgabe zu lösen, muss man die Formel (1) in folgende verwandeln:

$$A = \frac{Bb}{a}$$

Setzt man in dieser Formel $B = 100$, $a = 80$ und $b = 45$, so erhält man

$$A = 56\frac{1}{4} \text{ Eimer.}$$

Man muss also $56\frac{1}{4}$ Eimer Spiritus von 80 % nehmen, um 100 Eimer Branntwein von 45 % zu erhalten.

Beispiel 3. Man will wissen, wie viel Wasser man zu Spiritus von 80 % giessen muss, um 100 Eimer Branntwein von 45 % zu erhalten.

Hier sind a , B und b gegeben, man will C wissen; wir haben also nur in der obigen Formel Bb statt Aa zu setzen und erhalten

$$C = \frac{Bb}{100} \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)$$

$$\text{oder auch } C = \frac{Bb}{a \cdot 100} \cdot w''.$$

Setzt man in dieser Formel $B = 100$, $b = 45$, $a = 80$, und nimmt die Grössen $\frac{b'}{b}$ und $\frac{a'}{a}$ oder w'' aus der Tafel III oder IV, wo man $\frac{a'}{a} = 0,2853$ und $\frac{b'}{b} = 1,3021$ und $w'' = 81,34$ findet, so hat man

$$C = 45 \cdot 1,0168 = 45\frac{3}{4}$$

$$\text{oder } C = \frac{45}{80} \cdot 81,34 = 45\frac{3}{4}.$$

Also $45\frac{3}{4}$ Eimer Wasser zu $56\frac{1}{4}$ Eimern Spiritus von 80 % Stärke gegossen, geben 100 Eimer Branntwein von 45 % Stärke.

Anmerkung. In allen den vorhergehenden Formeln ist vorausgesetzt, dass die Mischungen bei der Normaltemperatur vorgenommen worden. Ist das nicht der Fall, so muss nicht nur die Anzeige des Alkoholometers, sondern auch das Volumen der 7 Spiritussorten auf die Normaltemperatur reducirt werden; das geschieht, wie bekannt, mittelst der beiden Tafeln I und II.

Zusammenstellung der Formeln.

Erklärung der Zeichen.

A, B, C Anzahl der Eimer von verschiedenen Spiritus- und Branntweinsorten.

NB. Es wird immer unter A die stärkste Sorte, unter C die schwächste, und unter B die mittlere Sorte verstanden, welche durch die Mischung von A und C entsteht.

a, b, c Procentgehalte von Alkohol, oder Anzahl der Eimer reinen Alkohols, die in 100 Eimern der Spiritus- oder Branntweinsorte enthalten sind.

a', b', c' Procentgehalte von Wasser, oder Anzahl der Eimer Wasser, die in 100 Eimern der weingeistigen Flüssigkeit enthalten sind.

Die Werthe von $\frac{a'}{a}, \frac{b'}{b}, \frac{c'}{c}$ findet man in der Tafel III.

Die zu a, b, c gehörigen Werthe von a', b', c' kann man in der Tafel pag. 4 u. 5 finden.

w die Menge Wasser, die nöthig ist, um 100 Eimer der Flüssigkeit A in die Flüssigkeit C zu verwandeln.

w' die Menge Wasser, die dazu nöthig ist, um 100 Eimer der Flüssigkeit B in die Flüssigkeit C zu verwandeln.

w'' die Menge Wasser, welche dazu nöthig ist, 100 Eimer der Flüssigkeit A in die Flüssigkeit B zu verwandeln.

Diese Grössen sind in der Tabelle IV angegeben.

M Anzahl der Eimer einer aus mehreren Sorten Spiritus und Branntwein gemischten weingeistigen Flüssigkeit.

m Procentgehalt dieser gemischten Flüssigkeit an reinem Alkohol.

m' Procentgehalt dieser gemischten Flüssigkeit an Wasser.

I. Formeln zur Berechnung der Mischungen von Spiritus und Wasser.
 A stärkerer Spiritus, a dessen Alkoholgehalt, a' dessen Wassergehalt; B schwächerer Spiritus, b dessen Alkoholgehalt, b' dessen Wassergehalt; C Wasser.

Es sind gegeben	Man will wissen	
A, a, b	B	$B = \frac{A a}{b}$
	C	$C = \frac{A a}{100} \cdot \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)$ oder $C = \frac{A}{100} \cdot w''$

Es sind gegeben	Man will wissen	
B, a, b	A	$A = \frac{Bb}{a}$
	C	$C = \frac{Bb}{100} \cdot \left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)$ oder auch $C = \frac{Bb}{a \cdot 100} \cdot w''$

II. Formeln zur Berechnung der Mischung zweier Sorten Spiritus oder Branntwein (A, C), um eine dritte mittlere (B) zu erhalten.

Es sind gegeben	Man will wissen	
A, a, b, c	B	$B = A \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a} \right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)}$ oder auch $B = A \frac{w}{w'}$
	C	$C = A \cdot \frac{a}{c} \cdot \frac{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)}$ oder auch $C = A \frac{b}{c} \cdot \frac{w''}{w'}$
B, a, b, c	A	$A = B \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b} \right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a} \right)}$ oder $A = \frac{Bw'}{w}$
	C	$C = B \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a} \right)}{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a} \right)}$ oder $C = B \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{w''}{w}$

Es sind gegeben	Man will wissen	
C, a, b, c	A	$A = C \cdot \frac{c}{a} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{b'}{b}\right)}{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a}\right)}$ oder $A = \frac{C \cdot c \cdot w'}{b \cdot w''}$
	B	$B = C \cdot \frac{c}{b} \cdot \frac{\left(\frac{c'}{c} - \frac{a'}{a}\right)}{\left(\frac{b'}{b} - \frac{a'}{a}\right)}$ oder auch $B = \frac{C \cdot c \cdot w}{b \cdot w''}$ ferner $B = A \cdot \frac{w}{w'}$

III. Mischung von mehreren Sorten Spiritus und Branntwein.

$$\frac{Aa' + Bb' + Cc' + Dd' + \text{etc.}}{Aa + Bb + Cc + Dd + \text{etc.}} = \frac{m'}{m}$$

Aus $\frac{m'}{m}$ ist es leicht, vermöge der Tafel III m zu finden. Aus m aber findet man M vermöge der Formel

$$M = \frac{Aa + Bb + Cc + Dd + \text{etc.}}{m}$$

Anhang.

Einfache Art, sich vorläufig von der Richtigkeit eines Alkoholometers zu überzeugen.

Wenn es darauf ankommt, die Theilung eines Alkoholometers in sich selbst zu vergleichen, d. h., zu untersuchen, ob die einzelnen Theile desselben unter einander stimmen, so kann man folgende Methode anwenden, die kein Normalalkoholometer, keine Waage, ja nicht einmal die Kenntniss der Raumverhältnisse der verschiedenen weingeistigen Mischungen voraussetzt.

Wenn man irgend ein Volumen einer höheren Spiritussorte, z. B. von 80% mit Wasser mischt, bis das Volumen sich verdoppelt, so enthält dieses doppelte Volumen offenbar eben so viel Alkohol, als das einfache; sein Procentgehalt ist also auf die Hälfte herabgesetzt, d. h. der Spiritus enthält in der Mischung nicht mehr als 40%. Giebt nun dasselbe Alkoholometer für das einfache Volumen nicht genau doppelt so viel Procente, als für das doppelte, so ist es nicht richtig. Freilich weiss man dadurch nicht, wo der Fehler steckt, ob bei 80% oder bei 40%, aber man gewinnt wenigstens eine allgemeine Einsicht in die Genauigkeit des angewandten Alkoholometers. Die Fehler der meisten Alkoholometer finden sich gerade in der Nähe der Mitte der Skale aus dem Grunde, weil die meisten Alkoholometermacher nur die beiden Endpunkte der Skale bestimmen, das gefundene Intervall zwischen beiden aber nach der p. 4 u. 5 mitgetheilten Tafel eintheilen, ohne alle Rücksicht darauf, ob der Stiel des Alkoholometers cylindrisch ist oder nicht; da er nun aber gewöhnlich mehr oder weniger konisch ist (der übrigen Abweichungen, die seine Form haben kann, nicht zu gedenken), so findet sich der grösste Fehler grösstentheils in der Mitte.

Um diese Methode zur Ausführung zu bringen, füllt man erst den Glas-cylinder, der alle Alkoholometer begleitet, zur Hälfte mit Wasser und macht in der Höhe der Oberfläche des Wassers einen Strich auf das Glas mit einem Diamanten oder einer sehr harten Stahlspitze oder Feile. Alsdann giesst man genau eben so viel Wasser hinzu und bezeichnet wieder die Höhe der Wasseroberfläche. Hierauf füllt man den Glascylinder mit Spiritus von 80 bis 90% und untersucht mit dem Alkoholometer die Stärke desselben; wir wollen annehmen, wir hätten genau 84% gefunden. Nun giesst man von diesem Spiritus so viel ab, dass er genau die untere Hälfte des Glaszylinders ausfüllt d. h. bis zum ersten Strich geht. Hierauf giesst man so viel Wasser hinzu, dass sich das Volumen der Flüssigkeit genau verdoppelt findet, nachdem die Flüssigkeit

wieder erkaltet ist: bei Mischungen von Spiritus und Wasser entbindet sich nämlich immer Wärme, welche einen grossen Einfluss auf das Volumen der gemischten Flüssigkeit ausübt: man muss also so lange warten, bis sich dieselbe Temperatur wieder einstellt, welche der Spiritus vor dem Hinzufügen von Wasser hatte. Diese Operation ist etwas langwierig, da nach Maassgabe des Erkaltens der Flüssigkeit allmählig mehr Wasser hinzugefügt werden muss, um dieselbe immer auf der Höhe des zweiten (obern) Striches zu erhalten. Ist nun endlich die gemischte Flüssigkeit auf dieselbe (oder sehr nahe auf dieselbe) Temperatur gebracht worden und das Volumen derselben genau das Doppelte des Volumens des Spiritusvolumens, so muss das Alkoholometer 42% anzeigen; ist das nicht der Fall, so ist das Alkoholometer unrichtig. Es versteht sich von selbst, dass man während des Erkaltens der Mischung den Cylinder mit einer Glasplatte schliessen muss, damit keine Flüssigkeit durch Verdunstung davongehe.

Das Gewichtsalkoholometer.

Ich habe schon in der ersten Abtheilung dieser Schrift gezeigt, dass es viel einfacher und mithin bequemer wäre, den Preis der verschiedenen Branntweinsorten nach ihrem Gewicht zu bestimmen. Bei der jetzigen Verbreitung guter und billiger Waagen wird in der That die Mehrausgabe für dieselben sehr bald durch den Zeitgewinn gedeckt, den das Wiegen der Fässer vor ihrer Ausmessung voraus hat. Um das Gewicht eines Fasses mit Branntwein zu bestimmen, braucht man nur wenige Minuten, da hingegen das Ausmessen desselben nicht nur viel länger dauert, sondern auch das Uebergiessen des Branntweins in ein anderes Gefäss erfordert. Um aus dem Gewicht eines Fasses mit Branntwein das Gewicht des darin enthaltenen Branntweins zu erfahren, braucht man nur das Gewicht des Fasses zu wissen, welches immer dasselbe bleibt und deshalb schon zum Voraus auf jedes Fass verzeichnet werden kann; oder noch besser, man giebt allen Fässern von einer gewissen Grösse dasselbe Gewicht, — diese Regulirung des Gewichts der Fässer, welche vom Eichungsbureau durch einen Stempel beglaubigt werden könnte, wäre nicht schwer einzuführen, während eine Gleichmässigkeit im Rauminhalt der Fässer sehr schwer herzustellen wäre. Ueberdies ist die Angabe des Rauminhalts des Fasses auf dem Fasse selbst ganz ohne Nutzen, wenn das Fass nicht voll ist, was grösstentheils der Fall ist, denn man darf die Fässer bei niedriger Temperatur nicht ganz füllen, weil alsdann bei erhöhter Temperatur ein Theil des Branntweins ausfliessen würde. Hierzu kommt noch, dass die Bestimmung des Gewichts viel mehr Genauigkeit zulässt, als die Bestimmung des Rauminhalts. Wenn man eine nur einigermaassen gute Waage hat, so ist es unmöglich, einen Fehler zu begehen, der den fünfhundertsten Theil des ganzen Gewichts überschritte, dagegen bei der Ausmessung mit Eimern ein Fehler von 1% d. h. vom hundertsten Theil sehr leicht vorkommen kann.

Der Hauptvorthail der Bestimmung nach Gewichten ist aber der, dass die Temperatur keinen Einfluss auf dieselbe hat; denn das Gewicht bleibt bei allen Temperaturen dasselbe, während der Raum überall sich bedeutend verändert bei Veränderung der Temperatur, bei welcher gemessen wird.

Wenn man aber den Spiritus oder Brantwein nach Gewicht verkaufen will, so muss man ein Alkoholometer haben, das nicht die Volumenprocente, sondern die Gewichtsprocente Alkohol angiebt, die in der Flüssigkeit enthalten sind.

Dieses Alkoholometer, das man das Gewichtsalkoholometer nennen kann, hat ganz dieselbe Einrichtung wie die bisher beschriebenen Volumenalkoholometer; nur ist die Theilung eine andere, da es nicht die Volumenprocente, sondern die Gewichtsprocente angeben soll, die in der zu untersuchenden Flüssigkeit enthalten sind.

Auch seine Anwendung beruht auf dem Gesetz, dass in einer Flüssigkeit desto mehr Alkohol enthalten ist, je grösser das Raumverhältniss desselben ist. Es sei eine weingeistige Mischung gegeben, dessen Raumverhältniss R' ist, das Volumen derselben sei 100, ausgedrückt in Maasseinheiten, deren jede dem Volumen von einem Kilogramm Wasser bei $12\frac{4}{9}$ R. gleich ist*), so ist das Gewicht der Flüssigkeit $\frac{100}{R'}$ in Kilogrammen ausgedrückt; enthält diese

Flüssigkeit a Liter oder a Volumprocente Alkohol, so wiegt derselbe $\frac{a}{R}$ Kilogramm, wo R das Raumverhältniss des Alkohols bedeutet; wir haben also $\frac{a}{R}$ Kilogramm Alkohol in $\frac{100}{R'}$ Kilogramm Flüssigkeit, oder wenn man mit a das Gewichtsprocent des Alkohols bezeichnet, $a_1 = a \cdot \frac{R}{R'}$ oder $a = \frac{a_1 R}{R'}$

Diese Formeln gelten für alle Temperaturen und nicht blos für die Normaltemperatur; wenn man also mit R_t das Raumverhältniss des Alkohols bei der Temperatur t bezeichnet, mit $R'_{t'}$ aber das Raumverhältniss der Mischung bei der Temperatur t' , so hat man im Allgemeinen

$$a_1 = \frac{a R'_{t'}}{R_t}$$

und

$$a = \frac{a_1 R_t}{R'_{t'}}$$

Vermöge dieser Formeln ist es leicht, 2 Tafeln zu berechnen, von denen die erste die Verwandlung der Volumenprocente in Gewichtsprocente, die zweite die Verwandlung der Gewichtsprocente in Volumenprocente erleichtert.

*) Diese Maasseinheit ist fast genau ein Liter, — denn ein Liter ist das Volumen eines Kilogramms Wasser bei der Temperatur der grössten Dichtigkeit desselben.

Tafel zur Verwandlung der Volumenprocente (auf die Normaltemperatur von 12°,4 R. bezogen) in Gewichtsprocente.

Anm. Während wir, wie es immer gebräuchlich war, die Volumenprocente mit % bezeichnen, bedeutet das Zeichen ‰ Gewichtsprocent.

Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰
0	0.0	17	13.8	34	28.1	51	43.5	68	60.4	85	79.5
1	0.8	18	14.6	35	29.0	52	44.4	69	61.4	86	80.7
2	1.6	19	15.4	36	29.9	53	45.4	70	62.5	87	82.0
3	2.4	20	16.3	37	30.7	54	46.3	71	63.6	88	83.2
4	3.2	21	17.1	38	31.6	55	47.3	72	64.7	89	84.5
5	4.0	22	18.0	39	32.5	56	48.3	73	65.7	90	85.8
6	4.8	23	18.8	40	33.4	57	49.2	74	66.8	91	87.1
7	5.6	24	19.6	41	34.3	58	50.2	75	67.9	92	88.4
8	6.4	25	20.5	42	35.2	59	51.2	76	69.0	93	89.7
9	7.2	26	21.3	43	36.1	60	52.2	77	70.2	94	91.1
10	8.1	27	22.1	44	37.0	61	53.2	78	71.3	95	92.5
11	8.9	28	23.0	45	37.9	62	54.2	79	72.5	96	93.9
12	9.7	29	23.8	46	38.8	63	55.2	80	73.6	97	95.3
13	10.5	30	24.7	47	39.7	64	56.2	81	74.8	98	96.8
14	11.3	31	25.6	48	40.7	65	57.3	82	75.9	99	98.4
15	12.2	32	26.4	49	41.6	66	58.3	83	77.1	100	100.0
16	13.0	33	27.3	50	42.5	67	59.3	84	78.3		

Tafel zur Verwandlung der Gewichtsprocente in Volumprocente (die letzteren sind auf die Normaltemperatur von 12°,4 R. bezogen).

Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %	Gew. ‰	Vol. %
0	0	17	20.9	34	40.7	51	58.8	68	75.1	85	89.4
1	1.3	18	22.1	35	41.8	52	59.8	69	76.0	86	90.2
2	2.5	19	23.3	36	42.9	53	60.8	70	76.9	87	91.0
3	3.8	20	24.5	37	44.0	54	61.8	71	77.7	88	91.7
4	5.0	21	25.7	38	45.1	55	62.8	72	78.6	89	92.5
5	6.3	22	26.8	39	46.2	56	63.8	73	79.5	90	93.2
6	7.5	23	28.0	40	47.3	57	64.8	74	80.4	91	94.0
7	8.7	24	29.2	41	48.4	58	65.7	75	81.2	92	94.7
8	10.0	25	30.4	42	49.5	59	66.7	76	82.1	93	95.4
9	11.2	26	31.5	43	50.5	60	67.6	77	82.9	94	96.1
10	12.4	27	32.7	44	51.6	61	68.6	78	83.8	95	96.8
11	13.6	28	33.9	45	52.6	62	69.6	79	84.6	96	97.4
12	14.8	29	35.0	46	53.7	63	70.5	80	85.4	97	98.1
13	16.0	30	36.2	47	54.7	64	71.4	81	86.2	98	98.8
14	17.3	31	37.3	48	55.7	65	72.3	82	87.0	99	99.4
15	18.5	32	38.4	49	56.8	66	73.3	83	87.9	100	100.0
16	19.7	33	39.6	50	57.8	67	74.2	84	88.6		

Vermöge der ersten dieser Tafeln kann man die Tafel von pag. 4 u. 5, welche die Raumverhältnisse aller Volumprocente von 0% bis 100% enthält, in eine Tafel verwandeln, welche die Raumverhältnisse aller Gewichtsprocente von 0% bis 100% giebt. Diese Tafel, die ich hier gleich folgen lasse, ist dasselbe für das Gewichtsalkoholometer, was die Tafel pag. 8 für das Volumalkoholometer ist; es ist die Grundlage aller Rechnungen in Gewichtsprocenten.

Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>	Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>	Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>	Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>	Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>	Gew.- Proc. Alko- hol. <i>a</i>	Raum- verhält- niss. <i>R</i>
0	1.0000	17	1.0255	34	1.0518	51	1.0917	68	1.1400	85	1.1963
1	1.0019	18	1.0268	35	1.0537	52	1.0943	69	1.1431	86	1.2000
2	1.0037	19	1.0281	36	1.0557	53	1.0970	70	1.1463	87	1.2038
3	1.0056	20	1.0294	37	1.0579	54	1.0996	71	1.1494	88	1.2074
4	1.0073	21	1.0307	38	1.0601	55	1.1023	72	1.1526	89	1.2112
5	1.0089	22	1.0320	39	1.0623	56	1.1051	73	1.1558	90	1.2152
6	1.0105	23	1.0334	40	1.0645	57	1.1078	74	1.1589	91	1.2191
7	1.0121	24	1.0348	41	1.0668	58	1.1106	75	1.1621	92	1.2231
8	1.0136	25	1.0362	42	1.0692	59	1.1135	76	1.1654	93	1.2272
9	1.0150	26	1.0377	43	1.0716	60	1.1163	77	1.1686	94	1.2312
10	1.0164	27	1.0393	44	1.0740	61	1.1192	78	1.1719	95	1.2355
11	1.0177	28	1.0409	45	1.0763	62	1.1222	79	1.1753	96	1.2399
12	1.0191	29	1.0425	46	1.0798	63	1.1251	80	1.1787	97	1.2444
13	1.0204	30	1.0442	47	1.0813	64	1.1280	81	1.1822	98	1.2491
14	1.0217	31	1.0460	48	1.0838	65	1.1310	82	1.1855	99	1.2537
15	1.0230	32	1.0479	49	1.0864	66	1.1340	83	1.1892	100	1.2585
16	1.0243	33	1.0498	50	1.0890	67	1.1370	84	1.1926		

Die Gewichtsprocente Wasser sind nicht in der Tabelle hinzugefügt worden, weil man sie erhält, indem man die Alcoholprocente von 100 abzieht.

Um nach dieser Tabelle ein Gewichtsalkoholometer zu theilen, braucht man nur die Entfernung von 0 — 86 ÷ *) in 12000 Theile zu theilen und alsdann die übrigen Procente nach der obigen Tafel einzutragen, nämlich 1% auf 1,0019; 2% auf 1,0037 u. s. f. Man kann sich hier zur Uebertragung der Theile auf längere und kürzere Scalen derselben graphischen Methode bedienen, wie beim Volumenalkoholometer (siehe pag. 18).

Die Anzeigen des Gewichtsalkohometers müssen ebenso auf die Normaltemperatur zurückgeführt werden, bei welcher allein es den Procentgehalt richtig anzeigt. Diese Reduction kann vermittelt einer eben solchen Tafel geschehen, wie Tafel I. Der in dieser Tafel angezeigte Procentgehalt bei der Normaltemperatur bleibt bei allen Temperaturen derselbe; es bedarf also keiner Tafel, die der Tafel III entspräche. Bei der Berechnung jener Reductionstafel muss darauf Rücksicht genommen werden, ob das Alkoholometer

*) Oder von 0% bis 90,2 Volumenprocenten.

von Glas ist oder von Messing. Die im Anhange befindliche Tafel V giebt die Reduction der Anzeigen des messingenen Gewichtsalkoholometers auf die Normaltemperatur.

Die Tafel VII endlich habe ich für diejenigen berechnet, die sich kein neues Alkoholometer anschaffen mögen, sondern die gewöhnlichen in Volumenprocente getheilten anwenden möchten, um Gewichtsprocente zu erhalten. In dieser Tafel bedeuten die in den obersten horizontalen Linien befindlichen Zahlen die Volumenprocente, die ein gewöhnliches gläsernes Volumenprocentalkoholometer anzeigt; in der ersten Verticallinie die Angaben des Thermometers. Auf der Kreuzung beider Angaben findet man die zugehörigen Gewichtsprocente. Mit Hülfe dieser Tabelle kann also jedes Tralles'sche Alkoholometer auch als Gewichtsprocentalkoholometer dienen.

Es sei z. B. ein Fass Spiritus angeführt, dessen Nettogewicht 1200 Pfund beträgt; das Tralles'sche Volumenprocentalkoholometer habe 57% gegeben bei einer Temperatur von 10° R. Aus der Tafel VII findet man, dass diesen beiden Angaben ein Gewichtsprocentgehalt von 46,9 von reinem Alkohol entspricht. Wenn also 1 Pfund Alkohol 1 Sgr. kostet, so ist der Preis des ganzen Inhalts des Fasses 1200 Sgr. oder 40 Thlr.; dieser Preis bleibt derselbe für alle Temperaturen. Die Berechnung einer besonderen Tafel zur Reduction der Angaben eines gläsernen Gewichtsalkoholometers auf die Normaltemperatur habe ich für überflüssig gehalten, da gläserne Gewichtsalkoholometer sehr wenig im Gebrauch sind.

Eine merkwürdige Eigenschaft der Gewichtsprocente ist die, dass ihre Reduction auf die Normaltemperatur für alle Spiritussorten zwischen 40% und 85%, bei 0° bis 20° R. fast genau dieselbe bleibt, und zwar 0,4 für jeden Grad, nm welchen die Temperatur der Flüssigkeit höher oder niedriger ist als die Normaltemperatur. Wenn man also zur Bestimmung der Temperatur der Flüssigkeit ein Thermometer gebraucht, welches bei der Normaltemperatur ($12^{\circ},4$ R.) 0° hat, von da an aber nach oben und nach unten hin in Grade getheilt ist, die $2\frac{1}{4}^{\circ}$ R. betragen, so muss für jeden solchen Grad über Null 1% von der unmittelbaren Anzeige des Alkoholometers abgezogen werden, für jeden Grad unter Null aber 1% hinzuaddirt. Wenn man sich nur einige wenige Grade von der Normaltemperatur entfernt, so bleibt diese Regel selbst für alle Spiritussorten bis 95% richtig.

Mischungen verschiedener Spiritussorten untereinander und mit Wasser, dem Gewichte nach.

Wenn der Spiritus nicht gemessen, sondern gewogen, und auch sein Gehalt an Alkohol nicht nach Volumen- sondern nach Gewichtsprocenten bestimmt wird, so werden die Mischungsrechnungen viel einfacher. Wir haben alsdann in den obigen Formeln (s. pag. 131 ff.) $a' = 100 - a$, $b' = 100 - b$ und $c' = 100 - c$.

18° R.

1200 · 0,469 · 1

= 562,8 Sgr.

= 18 = 22 Thlr.

Substituirt man diese Werthe von a' , b' , c' in den obigen Formeln, so erhält man

I. Formeln für die Mischung von Spiritus und Wasser.

A Gewicht bei starkem Spiritus, a dessen Alkoholgehalt (auch Gewichtsprocente); B Gewicht des Spiritus, der aus der Mischung entsteht, b dessen Alkoholgehalt, C Gewicht des angewandten Wassers.

Es sind gegeben:	Man will wissen:	Entsprechende Formel:
A, a, b	B	$B = A \frac{a}{b}$
	C	$C = A \frac{(a-b)}{b}$
B, a, b	A	$A = B \frac{b}{a}$
	C	$C = B \frac{(a-b)}{a}$
		$\frac{C}{A} = \frac{a-b}{b}$

II. Formeln zur Berechnung der Mischung zweier Sorten Spiritus oder Branntwein (A , C), um eine dritte mittlere zu erhalten.

Es sind gegeben:	Man will wissen:	Entsprechende Formel:
A, a, b, c	B	$B = A \cdot \frac{(a-c)}{(b-c)}$
	C	$C = A \cdot \frac{(a-b)}{(b-c)}$ oder $= B - A$
B, a, b, c	A	$A = B \cdot \frac{(b-c)}{(a-c)}$
	C	$C = B \cdot \frac{(a-b)}{(a-c)}$ oder $= B - A$
C, a, b, c	A	$A = C \cdot \frac{(b-c)}{(a-c)}$
	B	$B = C \cdot \frac{(a-c)}{(a-b)}$ oder $= A + C$

III. Mischung mehrerer Sorten Spiritus miteinander.

Bezeichnet man den Procentgehalt der Mischung mit m , so hat man

$$m = 100 \cdot \frac{Aa + Bb + Cc + Dd + \text{etc.}}{A + B + C + D + \text{etc.}}$$

Beispiel 1. Man habe 100 Pfund Spiritus von 80%; wir wollen 60procentigen daraus machen, wie viel Pfund Wasser sind hinzuzufügen? Hier ist die Formel

$$C = A \frac{(a - b)}{b}$$

anzuwenden, indem man $A = 100$, $a = 80$ und $b = 60$ setzt; man erhält

$$C = 100 \cdot \frac{20}{60} = 33\frac{1}{3} \text{ Pfund,}$$

d. h. man hat zu 100 Pf. 80procentigen Spiritus $33\frac{1}{3}$ Pf. Wasser hinzuzusetzen, um 60procentigen zu erhalten. Dies Gewicht des erhaltenen Spiritus ist natürlich $133\frac{1}{3}$ Pf., d. h. gleich der Summe des Gewichts der zusammengegossenen Flüssigkeiten. Man kann auch für diese Mischungen eine Tafel berechnen, in welcher angegeben sein könnte, wie viel Pfund Wasser man zu 100 Pf. irgend einer höhern Spiritussorte hinzuzufügen hat, um eine niedrigere zu erhalten. Eine solche Tafel ist die Tafel VIII. Um das Gewicht der Mischungen zu finden, braucht man nur 100 zu dem Gewicht des anzuwendenden Wassers hinzuzufügen.

Beispiel 2. Man hat Spiritus von 80% und 50%; es sollen 200 Pfund Spiritus von 60% daraus gemischt werden: wie viel muss man von jeder Sorte nehmen?

Hier ist $B = 200$; $a = 80$; $b = 60$; $c = 50$. Also da

$$A = B \frac{(b - c)}{(a - c)}, \text{ so erhalten wir:}$$

$$A = 200 \cdot \frac{10}{30} = 66\frac{2}{3} \text{ Pf.}$$

und folglich, da

$$C = B - A$$

$$C = 133\frac{1}{3} \text{ Pf.}$$

Beispiel 3. Man hat 150 Pfund 70procentigen Spiritus und will denselben auf den Procentgehalt 80 bringen durch Zusatz von Spiritus von 95%; wie viel hat man hinzuzufügen?

Hier ist $C = 150$, $c = 70$; $b = 80$; $a = 95$; so hat man

$$A = C \cdot \frac{(b - c)}{(a - b)} = 150 \cdot \frac{10}{15} = 100 \text{ Pf.}$$

$$\text{also } B = 250 \text{ Pf.}$$

Beispiel 4. Man hat 125 Pf. Spiritus von 85% und eine beliebige Menge Spiritus von 65%, wie viel muss man von dem letztern nehmen, um Spiritus von 77% zu erhalten, und wie viel wird die erhaltene Mischung wiegen?

Hier hat man $A = 125$; $a = 85$; $b = 77$; $c = 65$ etc.

$$B = A \cdot \frac{(a - c)}{(b - c)} = 125 \cdot \frac{20}{12} = 208\frac{1}{3} \text{ Pf.},$$

also $C = 83\frac{1}{3} \text{ Pf.}$

Beispiel 5. Man hat 100 Pf. Spiritus von 90%

50 „ „ „ 60%

40 „ „ „ 40%

100 „ „ „ 10%,

was für einen Procentgehalt wird das Gemisch haben?

Man hat hier

$$m = \frac{100 \cdot 90 + 50 \cdot 60 + 40 \cdot 40 + 100 \cdot 10}{100 + 50 + 40 + 100} =$$

$$\frac{14600}{290} = 50,3\%.$$

Das Gewicht der (daraus gewonnenen) Mischung ist 290 Pfund.

Z u s a t z.

Vereinfachung der Rechnungen nach den vorhergehenden Formeln.

Von allen arithmetischen Rechnungen ist gewiss die Addition *) die leichteste; darauf kommt die Subtraction, dann die Multiplikation und endlich die Division; die beiden letztern Species werden besonders schwierig, wenn mehrere Zahlen mit einander zu multipliciren oder durch einander zu dividiren sind, wie es bei den eben mitgetheilten Formeln oft der Fall ist.

Man würde es also viel leichter haben, wenn man alle arithmetischen Operationen in Additionsexempel verwandeln könnte. Das kann aber sehr leicht vermöge kleiner Tafeln geschehen, welche ich am Schlusse des Buches als Zusatztafeln mittheile. Man habe z. B. die Zahl 275 mit der Zahl 11 zu multipliciren und das Produkt durch 55 zu dividiren, so suche man in der Tafel I^a für die Zahlen 275 und 11 die Multiplicationszahl auf und für die Zahl 55 die Divisionszahl und addire diese zusammen, dann hat man die Multiplicationszahl von 275 mal 11 dividirt durch 55; um für diese Multiplicationszahl die gewöhnliche wahre Zahl zu finden, sieht man in der Tafel I^b nach, welche Zahl der eben gefundenen Multiplicationszahl entspricht, und das ist eben die gesuchte Zahl. In der

*) In Russland wird die Addition durch das Rechenbrett sehr erleichtert und zu einer ganz mechanischen Operation gemacht, so dass Jeder, der ganz ohne durch Schrift herbeigeführte Bildung ist und keine Feder in der Hand zu halten versteht, dennoch sehr gut rechnen kann. Freilich setzt der Gebrauch des Rechenbretts die Decimaleintheilung der Münze voraus.

ersten Tafel I^a ist die Rubrik, welche die gewöhnliche Zahl enthält, mit Z bezeichnet, diejenige für die Multiplicationszahl mit M , die für die Divisionszahl mit D . In der Tafel I^b ist die erhaltene Summe mit S bezeichnet, die dazu gehörige Zahl aber mit G . Hier ist noch zu bemerken: Erstens 0 ist die Multiplicationszahl von 1, 1 die Multiplicationszahl von 10, 2 die Multiplicationszahl von 100 u. s. f. Das heisst, um die Multiplicationszahl der Zahlen 1, 10, 100, 1000, 10000 etc. zu finden, braucht man nur die Anzahl der Nullen nachzusehen, das ist die Multiplicationszahl. Zweitens. Die in den Tafeln angegebenen Zahlen sind nur die Decimalen der Multiplications- und Divisionszahl, so dass man immer noch die ganze Zahl vorsetzen muss. Diese ganze Zahl ist a) gleich der Anzahl der ganzen Zahlen weniger 1, aus welcher die gewöhnliche Zahl besteht, zu welcher man die Multiplicationszahl sucht;* b) gleich der Anzahl der Zahlen, aus welcher die gewöhnliche Zahl besteht, zu welcher man die Divisionszahl sucht: diese ganze Zahl muss aber negativ genommen, d. h. nicht hinzuaddirt, sondern abgezogen werden. Das habe ich in den folgenden Exempeln dadurch bezeichnet, dass ich einen Strich über die Zahl gezogen habe. In der Zahl, die man mittelst der Tafel I^b aus der Summe der Multiplications- und Divisionszahl erhalten hat, ist die Zahl der ganzen Zahlen immer gleich der um die Einheit vergrösserten ganzen Zahl der Summe. Sollte die Zahl, deren Multiplicationszahl oder Divisionszahl man in der Tabelle auffinden will, mehr als 3 Ziffern haben, so lässt man die letzte (vierte) Ziffer fort, indem man die vorletzte um 1 erhöht, wenn die vierte eine 5 oder grösser als 5 ist.

Beispiel 1. Man soll 275 mit 11 multipliciren und durch 55 dividiren.

Man hat Taf. I ^a	{	Multiplicationszahl für 275	2,439
		für 11	<u>1,041</u>
		Divisionszahl für 55	2,260
			Summe 1,740
Taf. I ^b			Zahl dazu 55,0

Beispiel 2. Man hat Spiritus von 86% und 52 %; es sollen 250 Eimer von 75% daraus gemischt werden. Wie viel muss man von jeder Sorte nehmen?

Nach pag. 126 hat man, wenn man mit A und C die Anzahl Eimer bezeichnet, die man von der ersten und der zweiten Sorte nehmen muss,

$$A = \frac{250 \cdot 75}{86} \cdot \frac{0,6193}{0,8046}$$

$$C = \frac{250 \cdot 75}{52} \cdot \frac{0,185}{0,804}$$

**) Ist die Zahl, die vor dem Komma steht, eine 0, so schreibt man vor die Multiplikationszahl eine 1, d. h. so viel, dass man die Summe der ganzen Zahlen um 1 vermindern muss.

Um also A zu finden:

siehe Taf. I ^a	{	Multiplicationszahl von	250	2,398
		„	„ 75	1,875
		„	„ 0,619	1,792
		Divisionszahl	„ 86	2,066
		„	„ 0,805	0,094
				Summe 2,225

Zahl dazu (Tafel I^b): 168,0

um C zu finden:

zu finden:	{	Multiplicationszahl von	250	2,398
siehe Taf. I ^a		„	75	1,875
		„	0,185	0,267
		Divisionszahl	52	1,284
		„	0,804	0,095
				Summe 2,919

Zahl dazu (Tafel I^b): 83,0

Die directe Rechnung hat gegeben

$$A = 167,8$$

$$C = 83,0.$$

Man sieht, dass nur der Werth von A um 0,2 Eimer zu gross ausgefallen ist; das kommt daher, weil die Tafeln I^a und I^b nur bis auf 3 Decimalen berechnet worden sind; mit einer grösseren Anzahl, z. B. mit 4 oder 5 Decimalen hätte man eine grössere Genauigkeit erreicht, aber alsdann wäre die Tafel viel umfangreicher geworden, besonders die Tafel I^b.

Beispiel 3. Man hat 120 Eimer 70procentigen Spiritus und will denselben auf die Probe 80 bringen, durch Zusatz von 92procentigen Spiritus. Wie viel Eimer des stärkeren Spiritus muss man zusetzen, und wie viel Eimer 80procentigen erhält man?

Bezeichnet man die beiden Grössen, die berechnet werden sollen, mit B und A , so hat man (siehe pag. 127)

$$B = \frac{120 \cdot 70 \cdot 34,3}{80 \cdot 16,6}$$

$$A = \frac{120 \cdot 70 \cdot 15,3}{80 \cdot 16,6}$$

um also B zu finden, siehe Taf. I^a. Multiplicationszahl für 120 2,079

„ „ 70 1,845

„ „ 34,3 1,535

Divisionszahl „ 80 2,097

„ „ 16,6 2,780

Summe 2,336

Die Zahl dazu 217,0 = B .

Um A zu finden,	{	Multiplicationszahl für	120	2,079
		„	„ 70	1,845
		„	„ 15,3	1,185
siehe Tafel I ^a		Divisionszahl	„ 80	<u>2,097</u>
		„	„ 16,6	<u>2,780</u>
			Summe	1,986
			Zahl der Tafel I ^b .	96,8

Die genaue directe Berechnung gab 216,2 und 96,9.

Beispiel 4. Man hat eine Anzahl Tonnen Branntwein erhalten, die zusammen 345 Eimer messen, das Alkoholometer hat nach der gehörigen Reduction auf die Normaltemperatur 86,4% gegeben; jeder Eimer ist zu dem Preise von 1,25 Thalern bedungen. Welches ist der Preis der ganzen Sendung?

$$\text{Dieser Preis ist} = \frac{345 \times 86,4 \times 1,25}{100}$$

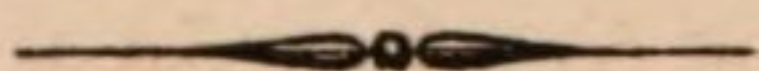
Also:

Vermöge Tafel I ^a ist die	{	Multiplicationszahl für	345	2,538
		„	„ 86,4	1,937
		„	„ 1,25	0,097
		Divisionszahl	„ 100	3,000
Zahl dazu (Taf. I ^b) 37,3				

oder 37 Thaler 9 Sgr.

Die unmittelbare Rechnung giebt 37,260 oder 37 Thlr. 7 Sgr. 10 Pf.

Um genauere Resultate zu erhalten, müsste die Tafel wenigstens bis auf 4 Ziffern berechnet sein; aber dann würde sie beinahe 10mal so lang werden.



Reductionstafeln

für die Anzeigen des Alcoholometers bei Temperaturen, die von der Normaltemperatur abweichen.

Normaltemperatur $12,4^{\circ}$ R.

- Tafel I. Die Alcoholometer sind aus Glas gefertigt, dessen cubische Ausdehnung für jeden Grad Réaumur 0,0000305 beträgt,
- Tafel II. oder aus einem Metall (Messing, Bronze, etc.), dessen cubische Ausdehnung für jeden Grad Réaumur 0,00007125 beträgt,
- Tafel III. welche angiebt, welcher Procentgehalt für den aus den Tafeln I. oder II. gefundenen Procentgehalt zu setzen ist, wenn die Ausmessung der Flüssigkeit bei einer von der Normaltemperatur verschiedenen Temperatur geschehen ist.

Reductionstafel

Die die Abzählung des Abzählens der Tafel
für die von der Normalform abweichenden
Abzählungen der Tafel

Normalform 124 H
Normalform 124 H

Teil I Die Abzählung der Tafel
Die Tafel ist in zwei Teile geteilt, die
Teil II Die Abzählung der Tafel
Die Tafel ist in zwei Teile geteilt, die
Teil III Die Abzählung der Tafel
Die Tafel ist in zwei Teile geteilt, die
Teil IV Die Abzählung der Tafel
Die Tafel ist in zwei Teile geteilt, die

A. Für gläserne Alcoholometer.

Tafel I. Zur Bestimmung des wahren Procentgehalts an Alcohol bei der Normaltemperatur aus dem scheinbaren Procentgehalt, den das Alcoholometer bei verschiedenen Temperaturen anzeigt.

Tempe- ratur R.	Scheinbarer Procentgehalt.									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
+0°	1.3	2.3	3.4	4.4	5.4	6.5	7.7	8.9	10.0	11.1
1	1.3	2.3	3.4	4.4	5.4	6.5	7.7	8.9	10.0	11.1
2	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.5	7.7	8.9	10.0	11.1
3	1.3	2.4	3.4	4.4	5.5	6.5	7.8	8.9	10.0	11.1
4	1.4	2.5	3.5	4.5	5.6	6.5	7.8	8.9	10.0	11.0
5	1.4	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.8	8.8	9.9	10.9
6	1.4	2.5	3.4	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.8	10.8
7	1.4	2.4	3.4	4.4	5.5	6.6	7.7	8.7	9.7	10.8
8	1.4	2.4	3.4	4.4	5.5	6.5	7.6	8.6	9.6	10.7
9	1.3	2.3	3.3	4.3	5.4	6.4	7.5	8.5	9.5	10.6
10	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.3	7.3	8.3	9.4	10.4
11	1.1	2.1	3.1	4.1	5.2	6.2	7.2	8.2	9.3	10.2
12	1.0	2.0	3.0	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1
13	0.9	1.9	2.9	3.9	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	9.9
14	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.7
15	0.7	1.7	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6	7.6	8.6	9.5
16	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.4	8.4	9.3
17	.	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.2	8.2	9.1
18	.	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.0	7.9	8.8
19	.	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.8	7.7	8.6
20	.	0.8	1.8	2.8	3.8	4.7	5.6	6.5	7.4	8.3

Tempe- ratur R.	Scheinbarer Procentgehalt.									
	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
+0°	12.4	13.6	14.8	16.2	17.5	19.0	20.5	21.9	23.2	24.6
1	12.4	13.6	14.7	16.1	17.4	18.8	20.2	21.6	22.9	24.3
2	12.3	13.5	14.7	16.0	17.3	18.6	20.0	21.3	22.6	23.9
3	12.2	13.5	14.6	15.9	17.2	18.4	19.8	21.0	22.3	23.5
4	12.2	13.4	14.5	15.7	17.0	18.3	19.6	20.7	21.9	23.1
5	12.1	13.2	14.3	15.6	16.8	18.0	19.3	20.4	21.6	22.8
6	12.0	13.1	14.2	15.4	16.5	17.8	19.0	20.1	21.2	22.4
7	11.9	12.9	14.0	15.3	16.3	17.5	18.7	19.8	20.9	22.1
8	11.8	12.8	13.9	15.0	16.0	17.3	18.4	19.5	20.5	21.7
9	11.6	12.6	13.7	14.8	15.8	17.0	18.1	19.2	20.3	21.3
10	11.4	12.4	13.5	14.5	15.5	16.7	17.8	18.9	19.9	20.9
11	11.3	12.2	13.3	14.3	15.3	16.4	17.5	18.5	19.5	20.5
12	11.1	12.1	13.1	14.1	15.0	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1
13	10.9	11.8	12.8	13.9	14.8	15.8	16.8	17.8	18.8	19.8
14	10.7	11.6	12.6	13.6	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.4
15	10.5	11.4	12.3	13.3	14.3	15.2	16.2	17.2	18.2	19.1
16	10.3	11.2	12.1	13.0	14.0	14.9	15.8	16.8	17.8	18.7
17	10.0	11.0	11.8	12.8	13.7	14.6	15.5	16.4	17.4	18.3
18	9.8	10.7	11.6	12.6	13.4	14.3	15.2	16.1	17.1	17.9
19	9.5	10.5	11.3	12.3	13.0	14.0	14.9	15.8	16.7	17.5
20	9.3	10.2	11.0	11.9	12.7	13.7	14.6	15.4	16.3	17.1

Tempe- ratur R.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48.3	49.2
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46.8	47.7	48.5
18	.	.	.	.	.	.	.	.	45.0	46.3	47.1	47.9
17	.	.	.	.	.	.	.	43.2	44.5	45.7	46.5	47.3
16	.	.	.	.	.	.	41.6	42.7	43.9	45.1	45.9	46.7
15	.	.	.	.	.	39.8	41.1	42.2	43.4	44.6	45.3	46.2
14	.	.	.	.	38.0	39.3	40.6	41.7	42.9	44.1	44.8	45.7
13	.	.	.	36.2	37.5	38.8	40.1	41.2	42.3	43.5	44.3	45.2
12	.	.	34.4	35.7	37.0	38.3	39.5	40.6	41.8	43.0	43.8	44.7
11	.	32.5	33.9	35.2	36.5	37.8	39.0	40.1	41.3	42.4	43.3	44.2
10	30.4	31.9	33.4	34.8	36.1	37.3	38.5	39.6	40.8	41.9	42.8	43.7
9	29.9	31.4	32.9	34.3	35.5	36.8	38.0	39.1	40.2	41.4	42.3	43.2
8	29.5	31.0	32.4	33.8	35.0	36.3	37.5	38.6	39.7	40.8	41.8	42.7
7	29.1	30.6	32.0	33.3	34.5	35.7	36.9	38.0	39.2	40.3	41.3	42.2
6	28.6	30.1	31.5	32.8	34.0	35.2	36.4	37.5	38.6	39.7	40.8	41.7
5	28.2	29.7	31.0	32.3	33.5	34.8	35.9	37.0	38.1	39.2	40.3	41.2
4	27.7	29.2	30.5	31.8	33.0	34.2	35.4	36.5	37.5	38.6	39.7	40.7
3	27.3	28.7	30.1	31.3	32.5	33.7	34.9	35.9	37.0	38.1	39.1	40.1
2	26.8	28.2	29.6	30.8	32.0	33.2	34.3	35.4	36.5	37.5	38.6	39.6
-1	26.6	27.9	29.2	30.5	31.6	32.8	33.9	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1
0	26.1	27.4	28.8	30.1	31.2	32.3	33.4	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5
+1	25.7	27.0	28.2	29.5	30.7	31.8	32.8	33.9	35.0	36.0	37.0	38.0
2	25.2	26.4	27.7	28.9	30.1	31.2	32.3	33.3	34.4	35.4	36.4	37.4
3	24.8	26.0	27.1	28.3	29.5	30.6	31.7	32.8	33.8	34.9	35.9	36.9
4	24.3	25.5	26.7	27.8	29.0	30.1	31.2	32.2	33.3	34.3	35.4	36.4
5	23.9	25.1	26.2	27.4	28.5	29.7	30.7	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8
6	23.5	24.7	25.8	26.9	28.1	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3
7	23.2	24.3	25.4	26.5	27.6	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8
8	22.8	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3
9	22.3	23.4	24.5	25.5	26.6	27.7	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8
10	21.9	23.0	24.0	25.0	26.1	27.1	28.2	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3
11	21.5	22.6	23.6	24.6	25.6	26.6	27.7	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8
12	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2
13	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.7	28.7	29.7	30.7	31.7
14	20.4	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.3	27.3	28.3	29.3	30.2	31.2
15	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	24.9	25.9	26.9	27.8	28.8	29.7	30.7
16	19.6	20.6	21.6	22.5	23.5	24.5	25.4	26.4	27.3	28.3	29.3	30.2
17	19.2	20.1	21.1	22.1	23.0	24.0	24.9	25.9	26.9	27.8	28.8	29.7
18	18.8	19.7	20.7	21.6	22.5	23.5	24.4	25.4	26.3	27.3	28.3	29.2
19	18.5	19.3	20.2	21.2	22.1	23.0	23.9	24.9	25.8	26.8	27.7	28.7
20	18.1	19.0	19.8	20.7	21.6	22.6	23.5	24.4	25.3	26.3	27.2	28.2
21	17.7	18.6	19.4	20.3	21.2	22.1	23.0	23.9	24.8	25.8	26.7	27.7
22	17.3	18.2	19.0	19.9	20.8	21.7	22.6	23.5	24.3	25.3	26.2	27.2
23	16.9	17.8	18.6	19.5	20.3	21.2	22.1	23.0	23.9	24.8	25.7	26.7
24	16.5	17.4	18.2	19.1	19.9	20.8	21.7	22.6	23.5	24.4	25.3	26.2
25	16.2	17.0	17.8	18.6	19.5	20.3	21.2	22.1	23.0	23.9	24.8	25.7
26	15.7	16.6	17.4	18.2	19.1	19.9	20.8	21.6	22.5	23.4	24.3	25.2
27	15.3	16.1	17.0	17.8	18.6	19.4	20.3	21.2	22.0	22.9	23.8	24.7
28	14.9	15.7	16.5	17.3	18.2	19.0	19.8	20.7	21.6	22.5	23.4	24.3
29	14.4	15.2	16.1	16.9	17.7	18.6	19.4	20.2	21.1	22.0	22.9	23.8
+30	14.0	14.8	15.7	16.5	17.3	18.1	19.0	19.8	20.7	21.6	22.4	23.3

Tempe- ratur R.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	58.8	59.5	60.4	61.1
24	.	.	.	.	.	.	.	.	58.3	59.0	59.9	60.6
23	.	.	.	.	.	.	.	.	57.8	58.6	59.5	60.2
22	.	.	.	.	.	.	.	.	57.3	58.1	59.0	59.7
21	.	.	.	.	.	.	.	.	56.9	57.7	58.6	59.3
20	50.0	50.8	51.5	52.2	53.0	53.9	54.8	55.7	56.4	57.2	58.1	58.8
19	49.4	50.3	50.9	51.6	52.4	53.3	54.2	55.1	55.9	56.7	57.6	58.4
18	48.8	49.7	50.3	51.1	51.9	52.8	53.7	54.6	55.5	56.3	57.2	57.9
17	48.2	49.1	49.7	50.6	51.5	52.4	53.3	54.2	55.0	55.8	56.7	57.5
16	47.6	48.5	49.2	50.1	51.0	51.9	52.8	53.7	54.5	55.4	56.3	57.0
15	47.1	47.9	48.7	49.6	50.5	51.4	52.3	53.2	54.1	54.9	55.8	56.6
14	46.6	47.5	48.2	49.1	50.0	50.9	51.8	52.7	53.6	54.4	55.3	56.1
13	46.1	47.0	47.7	48.6	49.5	50.4	51.3	52.2	53.1	54.0	54.9	55.7
12	45.6	46.5	47.3	48.2	49.1	50.0	50.9	51.7	52.6	53.5	54.4	55.2
11	45.1	46.0	46.8	47.7	48.6	49.5	50.4	51.3	52.2	53.1	54.0	54.8
10	44.6	45.5	46.3	47.2	48.1	49.0	49.9	50.8	51.7	52.6	53.5	54.3
9	44.1	45.0	45.9	46.8	47.7	48.6	49.4	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9
8	43.6	44.5	45.4	46.3	47.2	48.1	49.0	49.9	50.8	51.7	52.6	53.5
7	43.1	44.0	44.9	45.8	46.7	47.6	48.5	49.4	50.3	51.3	52.2	53.1
6	42.6	43.5	44.4	45.3	46.2	47.2	48.1	49.0	49.9	50.8	51.7	52.6
5	42.1	43.0	43.9	44.8	45.8	46.7	47.6	48.5	49.4	50.4	51.3	52.2
4	41.6	42.5	43.4	44.4	45.3	46.2	47.1	48.1	49.0	49.9	50.8	51.8
3	41.1	42.0	42.9	43.9	44.8	45.7	46.7	47.6	48.5	49.4	50.4	51.3
2	40.6	41.5	42.5	43.4	44.3	45.3	46.2	47.1	48.1	49.0	49.9	50.9
-1	40.1	41.0	41.9	42.9	43.8	44.7	45.7	46.6	47.5	48.5	49.4	50.3
0	39.5	40.5	41.4	42.3	43.3	44.2	45.1	46.1	47.0	48.0	48.9	49.9
+1	39.0	40.0	40.9	41.8	42.8	43.7	44.6	45.6	46.5	47.5	48.5	49.5
2	38.4	39.4	40.4	41.3	42.3	43.2	44.1	45.1	46.0	47.0	48.0	49.0
3	37.9	38.9	39.9	40.8	41.8	42.7	43.7	44.6	45.6	46.5	47.5	48.5
4	37.4	38.3	39.3	40.3	41.3	42.2	43.1	44.1	45.1	46.1	47.0	48.0
5	36.8	37.8	38.8	39.8	40.7	41.7	42.7	43.6	44.6	45.6	46.6	47.5
6	36.3	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.1	43.1	44.1	45.1	46.1	47.1
7	35.8	36.8	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.6	43.6	44.6	45.6	46.6
8	35.3	36.3	37.3	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.1	44.1	45.1	46.1
9	34.8	35.8	36.8	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.6
10	34.3	35.3	36.3	37.2	38.2	39.2	40.1	41.1	42.2	43.2	44.2	45.2
11	33.8	34.8	35.8	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7
12	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.2	44.2
13	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7
14	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.2
15	31.7	32.7	33.7	34.6	35.6	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7
16	31.2	32.2	33.2	34.2	35.1	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2	41.3	42.3
17	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.8	41.8
18	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.3	41.3
19	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.8	40.8
20	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.3	39.3	40.3
21	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.8	38.8	39.8
22	28.2	29.2	30.1	31.1	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.3	38.3	39.3
23	27.7	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.7	34.7	35.7	36.7	37.8	38.8
24	27.2	28.2	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.2	35.2	36.2	37.3	38.3
25	26.7	27.7	28.6	29.6	30.6	31.6	32.6	33.7	34.7	35.7	36.8	37.8
26	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.2	35.2	36.2	37.3
27	25.7	26.7	27.6	28.6	29.6	30.6	31.6	32.7	33.7	34.7	35.7	36.8
28	25.2	26.2	27.2	28.1	29.1	30.1	31.1	32.2	33.2	34.2	35.2	36.3
29	24.7	25.7	26.7	27.6	28.6	29.6	30.6	31.7	32.7	33.7	34.8	35.8
+30	24.2	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.2	32.2	33.2	34.3	35.3

Tempe- ratur R.	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.
-25	61.8	62.6	63.5	64.2	65.1	65.9	66.8	67.6	68.5	69.4	70.2	71.2
24	61.4	62.1	63.0	63.8	64.7	65.4	66.3	67.2	68.1	69.0	69.8	70.8
23	60.9	61.7	62.6	63.4	64.3	65.0	65.9	66.8	67.7	68.6	69.4	70.4
22	60.5	61.3	62.2	62.9	63.8	64.6	65.5	66.4	67.3	68.3	69.0	70.0
21	60.0	60.8	61.7	62.5	63.4	64.2	65.1	66.0	66.9	67.8	68.6	69.6
20	59.6	60.4	61.3	62.1	63.0	63.8	64.7	65.6	66.5	67.4	68.2	69.2
19	59.2	60.0	60.9	61.7	62.6	63.4	64.3	65.2	66.1	67.0	67.8	68.8
18	58.7	59.5	60.4	61.3	62.2	63.0	63.9	64.8	65.7	66.6	67.4	68.4
17	58.3	59.1	60.0	60.8	61.7	62.6	63.5	64.4	65.3	66.2	67.0	68.0
16	57.8	58.7	59.6	60.4	61.3	62.2	63.1	63.9	64.9	65.8	66.6	67.6
15	57.4	58.3	59.2	60.0	60.9	61.8	62.7	63.5	64.5	65.4	66.3	67.3
14	57.0	57.8	58.7	59.6	60.5	61.3	62.2	63.1	64.1	65.0	65.9	66.9
13	56.5	57.4	58.3	59.2	60.1	60.9	61.8	62.7	63.7	64.6	65.5	66.5
12	56.1	57.0	57.9	58.7	59.6	60.5	61.4	62.3	63.3	64.2	65.1	66.1
11	55.6	56.5	57.4	58.3	59.2	60.1	61.0	61.9	62.9	63.8	64.7	65.7
10	55.2	56.1	57.0	57.9	58.8	59.7	60.6	61.5	62.5	63.4	64.3	65.3
9	54.8	55.7	56.6	57.5	58.4	59.3	60.2	61.1	62.1	63.0	63.9	64.9
8	54.4	55.3	56.2	57.1	58.0	58.9	59.8	60.7	61.7	62.6	63.6	64.5
7	54.0	54.9	55.8	56.7	57.6	58.5	59.4	60.3	61.3	62.2	63.2	64.1
6	53.5	54.5	55.4	56.3	57.2	58.1	59.0	59.9	60.9	61.8	62.8	63.7
5	53.1	54.0	54.9	55.9	56.8	57.7	58.6	59.5	60.5	61.4	62.4	63.3
4	52.7	53.6	54.5	55.4	56.4	57.3	58.2	59.1	60.1	61.0	62.0	62.9
3	52.2	53.2	54.1	55.0	56.0	56.9	57.8	58.7	59.7	60.6	61.6	62.5
2	51.8	52.7	53.7	54.6	55.5	56.5	57.4	58.4	59.3	60.2	61.2	62.1
-1	51.3	52.2	53.2	54.1	55.1	56.0	57.0	57.9	58.9	59.8	60.8	61.7
0	50.8	51.8	52.7	53.7	54.6	55.6	56.5	57.5	58.5	59.4	60.4	61.4
+1	50.4	51.4	52.3	53.3	54.2	55.1	56.1	57.1	58.0	59.0	60.0	60.9
2	50.0	50.9	51.9	52.8	53.8	54.7	55.7	56.6	57.6	58.6	59.5	60.5
3	49.5	50.5	51.4	52.4	53.3	54.3	55.2	56.2	57.2	58.1	59.1	60.0
4	49.0	50.0	50.9	51.9	52.9	53.8	54.8	55.8	56.7	57.7	58.7	59.6
5	48.5	49.5	50.5	51.4	52.4	53.4	54.4	55.3	56.3	57.3	58.3	59.2
6	48.0	49.0	50.0	51.0	52.0	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	57.8	58.8
7	47.6	48.6	49.6	50.5	51.5	52.5	53.5	54.5	55.4	56.4	57.4	58.4
8	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52.1	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	57.9
9	46.6	47.6	48.6	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.5	56.5	57.5
10	46.2	47.2	48.1	49.1	50.1	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1
11	45.7	46.7	47.7	48.7	49.7	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6
12	45.2	46.2	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2
13	44.7	45.7	46.7	47.7	48.7	49.7	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8
14	44.2	45.2	46.2	47.3	48.3	49.3	50.3	51.3	52.3	53.3	54.4	55.4
15	43.7	44.7	45.8	46.8	47.8	48.8	49.8	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9
16	43.3	44.3	45.3	46.3	47.3	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.5	54.5
17	42.8	43.8	44.8	45.9	46.9	47.9	48.9	49.9	51.0	52.0	53.0	54.0
18	42.3	43.3	44.3	45.4	46.4	47.4	48.5	49.5	50.5	51.5	52.6	53.6
19	41.8	42.8	43.8	44.9	45.9	46.9	48.0	49.0	50.1	51.1	52.1	53.1
20	41.3	42.3	43.4	44.4	45.4	46.5	47.5	48.5	49.6	50.6	51.6	52.7
21	40.9	41.9	42.9	43.9	44.9	46.0	47.0	48.1	49.1	50.2	51.2	52.2
22	40.4	41.4	42.4	43.4	44.5	45.5	46.5	47.6	48.6	49.7	50.7	51.7
23	39.9	40.9	41.9	42.9	44.0	45.0	46.0	47.1	48.1	49.1	50.2	51.2
24	39.3	40.4	41.4	42.4	43.5	44.5	45.5	46.6	47.6	48.6	49.7	50.7
25	38.8	39.9	40.9	42.0	43.0	44.0	45.1	46.1	47.1	48.2	49.2	50.2
26	38.3	39.4	40.4	41.5	42.5	43.5	44.6	45.6	46.7	47.7	48.8	49.8
27	37.8	38.8	39.9	40.9	42.0	43.0	44.1	45.2	46.2	47.2	48.3	49.3
28	37.3	38.4	39.4	40.4	41.5	42.5	43.6	44.7	45.7	46.7	47.8	48.8
29	36.8	37.9	38.9	39.9	41.0	42.0	43.1	44.2	45.2	46.3	47.3	48.3
+30	36.3	37.4	38.4	39.5	40.5	41.6	42.6	43.7	44.7	45.8	46.8	47.9

Tempe- ratur R.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.	65.	66.	67.
—25	72.1	73.0	73.8	74.7	75.5	76.5	77.4	78.3	79.3	80.0	80.8
24	71.7	72.6	73.4	74.3	75.1	76.1	77.0	77.9	78.9	79.6	80.4
23	71.3	72.2	73.0	73.9	74.7	75.7	76.6	77.5	78.5	79.3	80.1
22	70.9	71.8	72.7	73.5	74.3	75.3	76.2	77.2	78.2	78.9	79.7
21	70.5	71.4	72.3	73.2	74.0	75.0	75.9	76.8	77.8	78.6	79.4
20	70.1	71.0	71.9	72.8	73.6	74.6	75.5	76.4	77.4	78.2	79.0
19	69.7	70.6	71.5	72.4	73.2	74.2	75.1	76.0	77.0	77.8	78.7
18	69.3	70.2	71.1	72.0	72.9	73.9	74.8	75.7	76.7	77.5	78.3
17	68.9	69.8	70.8	71.7	72.5	73.5	74.4	75.3	76.3	77.1	78.0
16	68.5	69.4	70.4	71.3	72.1	73.1	74.0	74.9	75.9	76.8	77.6
15	68.2	69.1	70.0	71.0	71.8	72.8	73.7	74.6	75.6	76.4	77.3
14	67.8	68.7	69.6	70.6	71.4	72.4	73.3	74.2	75.2	76.0	76.9
13	67.4	68.3	69.2	70.2	71.0	72.0	72.9	73.8	74.8	75.7	76.6
12	67.0	67.9	68.9	69.8	70.6	71.6	72.5	73.4	74.4	75.3	76.2
11	66.6	67.5	68.5	69.5	70.3	71.3	72.2	73.1	74.1	75.0	75.9
10	66.2	67.1	68.1	69.0	69.9	70.9	71.8	72.7	73.7	74.6	75.5
9	65.8	66.8	67.7	68.6	69.6	70.5	71.4	72.4	73.3	74.3	75.2
8	65.4	66.4	67.3	68.3	69.2	70.1	71.1	72.0	73.0	73.9	74.8
7	65.0	66.0	66.9	67.9	68.8	69.8	70.7	71.6	72.6	73.5	74.5
6	64.7	65.6	66.5	67.5	68.4	69.4	70.3	71.3	72.2	73.2	74.1
5	64.3	65.2	66.2	67.1	68.1	69.0	70.0	70.9	71.9	72.8	73.8
4	63.9	64.8	65.8	66.7	67.7	68.6	69.6	70.5	71.5	72.5	73.4
3	63.5	64.4	65.4	66.4	67.3	68.3	69.2	70.2	71.1	72.1	73.0
2	63.1	64.1	65.0	66.0	66.9	67.9	68.9	69.8	70.8	71.7	72.7
—1	62.7	63.7	64.6	65.6	66.5	67.5	68.5	69.4	70.4	71.3	72.3
0	62.3	63.3	64.3	65.2	66.2	67.2	68.1	69.1	70.0	71.0	72.0
+1	61.9	62.9	63.9	64.8	65.8	66.8	67.7	68.7	69.6	70.6	71.6
2	61.5	62.5	63.5	64.4	65.4	66.4	67.3	68.3	69.3	70.2	71.2
3	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	66.9	67.9	68.9	69.8	70.8
4	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.5	67.5	68.5	69.4	70.4
5	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.1	66.1	67.1	68.1	69.0	70.0
6	59.8	60.8	61.8	62.8	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.6	69.6
7	59.4	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.3	68.3	69.2
8	58.9	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.8	68.8
9	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.4	68.4
10	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.0	68.0
11	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6
12	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2
13	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8
14	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4
15	55.9	56.9	57.9	58.9	59.9	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0
16	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.6	65.6
17	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.2
18	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6	62.7	63.7	64.7
19	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59.1	60.2	61.2	62.2	63.3	64.3
20	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.7	59.7	60.8	61.8	62.9	63.9
21	53.2	54.2	55.3	56.3	57.3	58.3	59.3	60.3	61.4	62.4	63.5
22	52.7	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.9	59.9	60.9	62.0	63.0
23	52.3	53.3	54.3	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4	61.5	62.5
24	51.8	52.8	53.8	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9	59.9	61.0	62.0
25	51.3	52.3	53.4	54.4	55.4	56.4	57.5	58.5	59.5	60.5	61.6
26	50.8	51.9	52.9	53.9	54.9	56.0	57.0	58.0	59.1	60.1	61.1
27	50.3	51.4	52.4	53.4	54.5	55.5	56.6	57.6	58.6	59.7	60.7
28	49.9	50.9	52.0	53.0	54.0	55.1	56.1	57.1	58.2	59.2	60.3
29	49.4	50.4	51.5	52.5	53.6	54.6	55.6	56.7	57.7	58.8	59.8
+30	48.9	49.9	51.0	52.0	53.1	54.1	55.2	56.2	57.3	58.3	59.4

Tempe- ratur R.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.	76.	77.	78.
—25	81.7	82.7	83.6	84.6	85.3	86.1	86.9	87.7	88.6	89.6	90.5
24	81.4	82.3	83.2	84.2	85.0	85.7	86.5	87.4	88.3	89.3	90.2
23	81.0	82.0	82.9	83.9	84.6	85.4	86.3	87.1	88.0	89.0	89.9
22	80.7	81.6	82.5	83.5	84.3	85.1	86.0	86.7	87.6	88.6	89.5
21	80.4	81.3	82.2	83.2	83.9	84.7	85.6	86.4	87.3	88.3	89.2
20	80.1	80.9	81.8	82.8	83.6	84.4	85.3	86.1	87.0	88.0	88.9
19	79.7	80.6	81.5	82.5	83.3	84.1	85.0	85.8	86.7	87.7	88.6
18	79.4	80.2	81.1	82.1	82.9	83.7	84.6	85.5	86.4	87.4	88.3
17	79.0	79.9	80.8	81.8	82.6	83.4	84.3	85.1	86.0	87.0	87.9
16	78.7	79.5	80.4	81.4	82.2	83.1	84.0	84.8	85.7	86.7	87.6
15	78.3	79.2	80.1	81.1	81.9	82.8	83.7	84.5	85.4	86.4	87.3
14	77.9	78.8	79.7	80.7	81.6	82.4	83.3	84.2	85.1	86.1	87.0
13	77.6	78.5	79.4	80.4	81.2	82.1	83.0	83.9	84.8	85.8	86.7
12	77.2	78.1	79.0	80.0	80.9	81.8	82.7	83.5	84.4	85.4	86.3
11	76.9	77.8	78.7	79.7	80.5	81.4	82.3	83.2	84.1	85.1	86.0
10	76.5	77.4	78.3	79.3	80.2	81.1	82.0	82.9	83.8	84.8	85.7
9	76.1	77.1	78.0	78.9	79.9	80.8	81.7	82.6	83.5	84.4	85.4
8	75.8	76.7	77.7	78.6	79.5	80.5	81.4	82.3	83.2	84.1	85.0
7	75.4	76.4	77.3	78.2	79.2	80.1	81.1	82.0	82.9	83.8	84.7
6	75.1	76.0	77.0	77.9	78.8	79.8	80.7	81.6	82.6	83.5	84.4
5	74.7	75.7	76.6	77.6	78.5	79.5	80.4	81.3	82.2	83.2	84.1
4	74.4	75.3	76.3	77.2	78.2	79.1	80.1	81.0	81.9	82.9	83.8
3	74.0	75.0	75.9	76.9	77.8	78.8	79.7	80.7	81.6	82.5	83.5
2	73.6	74.6	75.6	76.5	77.5	78.4	79.4	80.3	81.3	82.2	83.1
—1	73.3	74.2	75.2	76.2	77.1	78.1	79.0	80.0	80.9	81.9	82.8
0	72.9	73.9	74.8	75.8	76.8	77.8	78.7	79.7	80.6	81.6	82.5
+1	72.5	73.5	74.5	75.4	76.4	77.4	78.4	79.3	80.3	81.2	82.2
2	72.2	73.1	74.1	75.1	76.0	77.0	78.0	79.0	80.0	80.9	81.9
3	71.8	72.8	73.7	74.7	75.7	76.7	77.6	78.6	79.6	80.6	81.5
4	71.4	72.4	73.4	74.3	75.3	76.3	77.3	78.3	79.2	80.2	81.2
5	71.0	72.0	73.0	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.8	79.8	80.8
6	70.6	71.6	72.6	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.4	79.4	80.4
7	70.2	71.2	72.2	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.0	79.0	80.0
8	69.8	70.8	71.8	72.7	73.7	74.7	75.7	76.7	77.6	78.6	79.6
9	69.4	70.4	71.4	72.3	73.3	74.3	75.3	76.3	77.3	78.3	79.2
10	69.0	70.0	71.0	72.0	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9
11	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5
12	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2
13	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8
14	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4
15	67.0	68.0	69.0	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1
16	66.6	67.6	68.6	69.7	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7	75.7	76.7
17	66.2	67.2	68.2	69.2	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.3
18	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.9
19	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.5
20	64.9	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.1	73.1	74.1	75.1
21	64.5	65.5	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.7	72.7	73.7	74.7
22	64.1	65.1	66.1	67.1	68.2	69.2	70.2	71.2	72.3	73.3	74.3
23	63.6	64.6	65.7	66.7	67.7	68.7	69.7	70.8	71.8	72.8	73.9
24	63.1	64.1	65.2	66.2	67.2	68.3	69.3	70.3	71.4	72.4	73.4
25	62.6	63.7	64.7	65.8	66.8	67.9	68.9	69.9	71.0	72.0	73.0
26	62.2	63.3	64.3	65.4	66.4	67.4	68.5	69.5	70.5	71.6	72.6
27	61.8	62.8	63.9	65.0	66.0	67.0	68.1	69.1	70.1	71.2	72.2
28	61.3	62.4	63.4	64.5	65.5	66.6	67.6	68.7	69.7	70.7	71.8
29	60.9	61.9	63.0	64.0	65.1	66.1	67.2	68.2	69.3	70.3	71.4
+30	60.4	61.5	62.5	63.6	64.6	65.7	66.7	67.8	68.8	69.9	70.9

Temperatur R.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	89.
—25	91.3	92.2	92.9	93.8	94.7	95.5	.	.	.	.	.
24	90.9	91.8	92.6	93.6	94.4	95.1	.	.	.	.	.
23	90.6	91.5	92.3	93.2	94.1	94.8	.	.	.	.	.
22	90.3	91.2	92.0	92.9	93.8	94.6	.	.	.	.	.
21	90.0	91.0	91.7	92.6	93.5	94.3	94.8	.	.	.	.
20	89.7	90.6	91.4	92.3	93.2	94.0	94.5	.	.	.	.
19	89.4	90.3	91.1	92.0	92.9	93.7	94.3	95.0	.	.	.
18	89.1	90.0	90.8	91.7	92.6	93.4	94.0	94.8	.	.	.
17	88.8	89.7	90.5	91.4	92.3	93.1	93.7	94.5	.	.	.
16	88.5	89.4	90.2	91.1	92.0	92.8	93.4	94.3	95.0	.	.
15	88.2	89.1	89.9	90.8	91.7	92.5	93.2	94.0	94.8	.	.
14	87.8	88.7	89.6	90.5	91.4	92.2	92.9	93.7	94.5	.	.
13	87.5	88.4	89.3	90.2	91.1	91.9	92.6	93.5	94.3	95.0	.
12	87.2	88.1	89.0	89.9	90.8	91.6	92.3	93.2	94.0	94.8	.
11	86.9	87.8	88.7	89.6	90.5	91.3	92.1	93.0	93.8	94.5	.
10	86.6	87.5	88.4	89.3	90.2	91.0	91.8	92.7	93.5	94.3	95.2
9	86.3	87.2	88.1	89.0	89.9	90.8	91.6	92.4	93.3	94.1	94.9
8	86.0	86.9	87.8	88.7	89.6	90.5	91.3	92.2	93.0	93.9	94.7
7	85.7	86.6	87.5	88.4	89.3	90.2	91.1	91.9	92.8	93.6	94.5
6	85.4	86.3	87.2	88.1	89.1	90.0	90.8	91.7	92.5	93.4	94.2
5	85.0	86.0	86.9	87.8	88.7	89.7	90.5	91.4	92.3	93.1	94.0
4	84.7	85.7	86.6	87.6	88.5	89.4	90.3	91.2	92.1	92.9	93.8
3	84.4	85.3	86.3	87.2	88.1	89.1	90.0	90.9	91.8	92.6	93.5
2	84.1	85.0	85.9	86.9	87.8	88.7	89.7	90.6	91.5	92.4	93.3
—1	83.8	84.7	85.7	86.6	87.5	88.5	89.4	90.4	91.2	92.1	93.0
0	83.5	84.4	85.4	86.3	87.2	88.2	89.1	90.1	91.0	91.9	92.8
+1	83.1	84.1	85.0	86.0	86.9	87.8	88.8	89.7	90.7	91.6	92.5
2	82.8	83.8	84.7	85.7	86.6	87.5	88.5	89.4	90.4	91.3	92.2
3	82.5	83.4	84.4	85.4	86.3	87.2	88.2	89.1	90.1	91.0	91.9
4	82.1	83.1	84.1	85.0	86.0	86.9	87.9	88.8	89.8	90.7	91.6
5	81.8	82.7	83.7	84.7	85.6	86.6	87.5	88.5	89.4	90.4	91.3
6	81.4	82.4	83.3	84.3	85.3	86.2	87.2	88.1	89.1	90.0	91.0
7	81.0	82.0	82.9	83.9	84.9	85.9	86.8	87.8	88.8	89.7	90.7
8	80.6	81.6	82.5	83.5	84.5	85.5	86.5	87.5	88.4	89.4	90.4
9	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.1	86.1	87.1	88.1	89.1	90.1
10	79.9	80.9	81.8	82.8	83.8	84.8	85.8	86.8	87.8	88.8	89.8
11	79.5	80.5	81.5	82.5	83.5	84.5	85.5	86.5	87.5	88.5	89.5
12	79.2	80.2	81.2	82.2	83.1	84.1	85.1	86.1	87.1	88.1	89.1
13	78.8	79.8	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8	85.8	86.8	87.8	88.8
14	78.4	79.4	80.4	81.5	82.5	83.5	84.5	85.5	86.5	87.5	88.5
15	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.2	85.2	86.2	87.2	88.2
16	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.8	84.8	85.8	86.8	87.9
17	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.4	83.4	84.4	85.5	86.5	87.5
18	76.9	77.9	78.9	79.9	81.0	82.0	83.0	84.1	85.1	86.1	87.2
19	76.5	77.5	78.6	79.6	80.6	81.7	82.7	83.7	84.7	85.8	86.8
20	76.1	77.2	78.2	79.2	80.3	81.3	82.3	83.4	84.4	85.4	86.5
21	75.8	76.8	77.8	78.9	79.9	81.0	82.0	83.0	84.1	85.1	86.2
22	75.3	76.4	77.4	78.5	79.5	80.6	81.6	82.7	83.7	84.7	85.8
23	74.9	76.0	77.0	78.0	79.1	80.1	81.2	82.2	83.3	84.4	85.4
24	74.5	75.5	76.6	77.6	78.7	79.7	80.8	81.8	82.9	83.9	85.0
25	74.1	75.1	76.2	77.2	78.3	79.3	80.4	81.5	82.5	83.6	84.7
26	73.7	74.7	75.8	76.8	77.9	78.9	80.0	81.1	82.2	83.2	84.3
27	73.3	74.3	75.4	76.4	77.5	78.6	79.6	80.7	81.8	82.9	83.9
28	72.9	73.9	75.0	76.0	77.1	78.2	79.2	80.3	81.4	82.5	83.6
29	72.4	73.5	74.5	75.6	76.7	77.8	78.8	79.9	81.0	82.1	83.2
+30	72.0	73.1	74.1	75.2	76.3	77.3	78.4	79.5	80.6	81.7	82.8

Tempe- ratur R.	90.	91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	96.0	96.8	97.7	98.5	99.3	.	.	.	.	.	.
9	95.8	96.6	97.4	98.3	99.1	99.9	.	.	.	.	.
8	95.5	96.4	97.2	98.0	98.9	99.7	.	.	.	.	.
7	95.3	96.1	97.0	97.8	98.7	99.5	.	.	.	.	.
6	95.1	95.9	96.8	97.6	98.4	99.3	.	.	.	.	.
5	94.9	95.7	96.5	97.4	98.2	99.1	99.9	.	.	.	.
4	94.6	95.5	96.3	97.2	98.0	98.9	99.7	.	.	.	.
3	94.4	95.3	96.1	97.0	97.8	98.7	99.5	.	.	.	.
2	94.2	95.1	95.9	96.8	97.6	98.5	99.3	.	.	.	.
-1	93.9	94.8	95.7	96.6	97.4	98.2	99.1	99.9	.	.	.
0	93.7	94.6	95.5	96.4	97.2	98.1	99.0	99.8	.	.	.
+ 1	93.4	94.3	95.2	96.1	97.0	97.9	98.7	99.6	.	.	.
2	93.1	94.1	95.0	95.9	96.8	97.6	98.5	99.4	.	.	.
3	92.8	93.8	94.7	95.6	96.5	97.4	98.3	99.2	.	.	.
4	92.6	93.5	94.4	95.4	96.3	97.2	98.1	99.0	99.9	.	.
5	92.3	93.2	94.2	95.1	96.0	96.9	97.8	98.8	99.7	.	.
6	92.0	92.9	93.9	94.8	95.8	96.7	97.6	98.5	99.5	.	.
7	91.7	92.6	93.6	94.6	95.5	96.4	97.4	98.3	99.2	.	.
8	91.4	92.3	93.3	94.3	95.3	96.2	97.1	98.1	99.0	99.9	.
9	91.1	92.1	93.0	94.0	95.0	95.9	96.9	97.8	98.8	99.7	.
10	90.8	91.7	92.7	93.7	94.7	95.7	96.6	97.6	98.6	99.5	.
11	90.5	91.4	92.4	93.4	94.4	95.4	96.4	97.4	98.3	99.3	.
12	90.1	91.1	92.1	93.1	94.1	95.1	96.1	97.1	98.1	99.1	.
13	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.8	96.9	97.9	98.9	99.9
14	89.5	90.5	91.5	92.5	93.5	94.5	95.5	96.6	97.6	98.7	99.7
15	89.2	90.2	91.2	92.2	93.2	94.2	95.2	96.3	97.4	98.4	99.5
16	88.9	90.0	90.9	91.9	92.9	93.9	94.9	96.0	97.1	98.2	99.3
17	88.5	89.6	90.6	91.6	92.6	93.6	94.7	95.7	96.8	97.9	99.0
18	88.2	89.3	90.3	91.3	92.3	93.4	94.4	95.4	96.6	97.7	98.8
19	87.9	89.0	90.0	91.1	92.1	93.1	94.1	95.1	96.3	97.4	98.6
20	87.6	88.6	89.7	90.7	91.8	92.8	93.9	94.9	96.0	97.2	98.3
21	87.2	88.3	89.4	90.4	91.5	92.5	93.6	94.7	95.8	96.9	98.1
22	86.9	88.0	89.0	90.1	91.2	92.2	93.3	94.4	95.5	96.7	97.8
23	86.5	87.6	88.7	89.8	90.8	91.9	93.0	94.1	95.2	96.4	97.6
24	86.1	87.2	88.3	89.3	90.4	91.5	92.7	93.8	94.9	96.1	97.3
25	85.8	86.9	87.9	89.0	90.1	91.3	92.4	93.5	94.6	95.8	97.1
26	85.4	86.5	87.6	88.7	89.8	90.9	92.1	93.2	94.4	95.6	96.8
27	85.0	86.1	87.2	88.4	89.5	90.6	91.7	92.9	94.0	95.2	96.3
28	84.7	85.8	86.9	88.0	89.1	90.3	91.4	92.6	93.7	94.9	96.0
29	84.3	85.4	86.5	87.7	88.8	89.9	91.1	92.2	93.4	94.6	95.7
+30	83.9	85.0	86.2	87.3	88.5	89.6	90.8	91.9	93.1	94.3	95.4

Tempe- ratur R.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0	16.9	18.4	19.8	21.2	22.5	23.9	25.4	26.8	28.2	29.5	30.7	31.9	33.0
+1	16.8	18.2	19.6	21.0	22.3	23.6	25.0	26.4	27.8	29.0	30.2	31.4	32.5
2	16.7	18.1	19.4	20.8	22.0	23.3	24.6	26.0	27.3	28.5	29.7	30.9	32.0
3	16.6	17.9	19.2	20.5	21.7	23.0	24.2	25.6	26.9	28.1	29.2	30.4	31.5
4	16.5	17.8	19.0	20.3	21.4	22.7	23.9	25.2	26.4	27.6	28.7	30.0	31.0
5	16.4	17.6	18.8	20.0	21.2	22.4	23.5	24.8	26.0	27.1	28.3	29.5	30.5
6	16.2	17.4	18.6	19.7	20.9	22.1	23.2	24.4	25.6	26.7	27.8	29.0	30.0
7	16.1	17.2	18.4	19.4	20.6	21.8	22.9	24.0	25.2	26.3	27.4	28.5	29.5
8	15.9	17.0	18.2	19.2	20.3	21.4	22.5	23.5	24.7	25.8	26.9	28.0	29.0
9	15.7	16.8	17.9	19.0	20.0	21.0	22.1	23.1	24.3	25.4	26.5	27.5	28.5
10	15.5	16.5	17.6	18.7	19.7	20.7	21.8	22.8	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1
11	15.3	16.3	17.4	18.4	19.4	20.4	21.4	22.5	23.5	24.6	25.6	26.6	27.6
12	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.1	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2
13	14.9	15.9	16.8	17.8	18.8	19.8	20.8	21.8	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8
14	14.6	15.6	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.4	23.4	24.4	25.4	26.3
15	14.4	15.3	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1	22.1	23.0	23.9	24.9	25.9
16	14.2	15.1	16.0	16.9	17.9	18.8	19.8	20.7	21.7	22.6	23.5	24.5	25.4
17	13.9	14.8	15.7	16.6	17.6	18.5	19.4	20.4	21.3	22.2	23.1	24.0	25.0
18	13.6	14.5	15.4	16.3	17.2	18.1	19.0	20.0	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5
19	13.3	14.2	15.1	16.0	16.9	17.8	18.7	19.6	20.5	21.4	22.3	23.2	24.1
20	13.1	14.0	14.9	15.7	16.5	17.4	18.3	19.2	20.1	21.0	21.9	22.8	23.7
21	.	.	.	.	.	.	17.9	18.8	19.7	20.6	21.5	22.4	23.3
22	.	.	.	.	.	.	17.6	18.5	19.3	20.2	21.1	21.9	22.8
23	.	.	.	.	.	.	17.2	18.1	18.9	19.8	20.7	21.5	22.4
24	.	.	.	.	.	.	16.8	17.7	18.5	19.4	20.2	21.0	21.9
+25	.	.	.	.	.	.	16.5	17.3	18.1	18.9	19.8	20.6	21.5

Tempe- ratur R.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	47.9	48.7	49.5	50.3	51.0	51.8	52.6	53.5	54.4	55.2
19	.	.	46.3	47.3	48.1	48.9	49.7	50.5	51.3	52.2	53.1	54.0	54.8
18	.	44.6	45.7	46.8	47.6	48.4	49.2	50.0	50.8	51.7	52.6	53.5	54.3
17	.	44.0	45.1	46.2	47.0	47.9	48.7	49.5	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9
16	.	43.5	44.6	45.7	46.5	47.4	48.2	49.0	49.8	50.7	51.6	52.5	53.4
15	.	43.0	44.0	45.1	46.0	46.9	47.7	48.5	49.3	50.2	51.1	52.0	52.9
14	.	42.5	43.5	44.6	45.4	46.3	47.2	48.0	48.9	49.8	50.7	51.6	52.5
13	.	41.9	42.9	44.0	44.9	45.8	46.7	47.5	48.4	49.3	50.2	51.1	52.0
12	.	41.4	42.4	43.5	44.4	45.3	46.2	47.0	47.9	48.8	49.7	50.6	51.5
11	.	40.9	41.9	42.9	43.8	44.8	45.7	46.5	47.4	48.3	49.2	50.1	51.0
10	.	40.4	41.4	42.4	43.3	44.3	45.2	46.0	46.9	47.8	48.7	49.6	50.5
9	.	39.8	40.8	41.8	42.7	43.7	44.6	45.5	46.4	47.3	48.2	49.1	50.0
8	.	39.3	40.3	41.3	42.2	43.2	44.1	45.0	45.9	46.8	47.7	48.6	49.5
7	.	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.6	44.5	45.4	46.3	47.2	48.1	49.0
6	.	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.1	44.0	44.9	45.8	46.7	47.6	48.5
5	.	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.6	43.5	44.4	45.3	46.2	47.2	48.1
4	.	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1	43.0	43.9	44.8	45.7	46.7	47.6
3	.	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.6	42.5	43.4	44.3	45.2	46.2	47.1
2	.	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.0	42.9	43.8	44.7	45.7	46.7
—1	.	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.5	42.4	43.3	44.2	45.2	46.2
0	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.0	42.0	42.9	43.8	44.8	45.8
+1	33.6	34.6	35.6	36.7	37.7	38.7	39.7	40.6	41.5	42.4	43.4	44.3	45.3
2	33.1	34.1	35.1	36.2	37.2	38.2	39.2	40.1	41.0	41.9	42.9	43.9	44.9
3	32.6	33.6	34.6	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.6	41.5	42.5	43.5	44.4
4	32.1	33.1	34.1	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.1	41.0	42.0	43.0	43.9
5	31.6	32.6	33.6	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.6	40.6	41.6	42.6	43.5
6	31.1	32.1	33.1	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.1	40.1	41.1	42.1	43.0
7	30.6	31.6	32.6	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.6	39.6	40.6	41.6	42.6
8	30.1	31.1	32.1	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1
9	29.6	30.6	31.6	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7	41.6
10	29.1	30.1	31.1	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2	41.1
11	28.6	29.6	30.6	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7	40.7
12	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2
13	27.8	28.8	29.8	30.8	31.7	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.7
14	27.3	28.3	29.3	30.3	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.3
15	26.9	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.8
16	26.4	27.4	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.2	34.2	35.2	36.3	37.3	38.4
17	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8	37.9
18	25.5	26.5	27.4	28.4	29.4	30.4	31.4	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.4
19	25.0	26.0	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.9
20	24.6	25.5	26.4	27.4	28.4	29.4	30.4	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.4
21	24.2	25.1	26.0	27.0	27.9	28.9	29.9	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.9
22	23.7	24.6	25.5	26.5	27.4	28.4	29.4	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.4
23	23.3	24.2	25.0	26.0	26.9	27.9	28.9	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.9
24	22.8	23.7	24.5	25.5	26.4	27.4	28.4	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.4
+25	22.4	23.3	24.1	25.0	25.9	26.9	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.9

Tempe- ratur R.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.
—25	58.3	59.0	59.8	60.6	61.4	62.1	63.0	63.8	64.6	65.4	66.3	67.2
24	57.9	58.6	59.4	60.2	61.0	61.7	62.6	63.4	64.2	65.0	65.9	66.8
23	57.4	58.1	58.9	59.7	60.5	61.2	62.1	62.9	63.8	64.6	65.5	66.4
22	57.0	57.7	58.5	59.3	60.1	60.8	61.7	62.5	63.4	64.2	65.1	66.0
21	56.5	57.2	58.0	58.8	59.6	60.4	61.3	62.1	63.0	63.8	64.7	65.6
20	56.0	56.8	57.6	58.4	59.2	60.0	60.9	61.7	62.6	63.4	64.3	65.2
19	55.6	56.4	57.2	58.0	58.8	59.6	60.5	61.3	62.2	63.0	63.9	64.8
18	55.1	55.9	56.7	57.5	58.3	59.1	60.0	60.9	61.8	62.6	63.5	64.4
17	54.7	55.5	56.3	57.1	57.9	58.7	59.6	60.5	61.4	62.2	63.1	64.0
16	54.2	55.0	55.8	56.6	57.5	58.3	59.2	60.1	61.0	61.8	62.7	63.6
15	53.7	54.5	55.4	56.2	57.1	57.9	58.8	59.7	60.6	61.4	62.3	63.2
14	53.3	54.1	55.0	55.8	56.7	57.5	58.4	59.3	60.2	61.0	61.9	62.8
13	52.8	53.6	54.5	55.3	56.2	57.0	57.9	58.8	59.7	60.6	61.5	62.4
12	52.4	53.2	54.1	54.9	55.8	56.6	57.5	58.4	59.3	60.2	61.1	62.0
11	51.9	52.7	53.6	54.4	55.3	56.2	57.1	58.0	58.9	59.8	60.7	61.6
10	51.4	52.3	53.2	54.0	54.9	55.8	56.7	57.6	58.5	59.4	60.3	61.2
9	50.9	51.8	52.7	53.5	54.4	55.3	56.2	57.1	58.0	58.9	59.9	60.8
8	50.4	51.3	52.2	53.1	54.0	54.9	55.8	56.7	57.6	58.5	59.5	60.4
7	49.9	50.8	51.7	52.6	53.5	54.4	55.3	56.3	57.2	58.1	59.1	60.0
6	49.4	50.4	51.3	52.2	53.1	54.0	54.9	55.9	56.8	57.7	58.7	59.6
5	49.0	50.0	50.9	51.7	52.6	53.5	54.5	55.5	56.4	57.3	58.3	59.2
4	48.5	49.5	50.4	51.3	52.2	53.1	54.1	55.1	56.0	56.9	57.9	58.8
3	48.0	49.0	49.9	50.9	51.8	52.7	53.7	54.7	55.6	56.5	57.5	58.4
2	47.6	48.6	49.5	50.5	51.4	52.3	53.3	54.3	55.2	56.1	57.1	58.0
—1	47.1	48.1	49.1	50.1	51.0	51.9	52.9	53.9	54.8	55.7	56.7	57.6
0	46.7	47.7	48.7	49.7	50.6	51.5	52.5	53.5	54.4	55.3	56.3	57.3
+1	46.3	47.2	48.2	49.2	50.1	51.1	52.1	53.0	54.0	54.9	55.9	56.9
2	45.8	46.8	47.8	48.8	49.7	50.7	51.7	52.6	53.5	54.5	55.5	56.5
3	45.4	46.4	47.4	48.4	49.3	50.3	51.2	52.2	53.1	54.1	55.1	56.1
4	44.9	45.9	46.9	47.9	48.9	49.8	50.8	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7
5	44.5	45.5	46.4	47.4	48.4	49.3	50.3	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2
6	44.0	45.0	45.9	46.9	47.9	48.9	49.9	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8
7	43.6	44.5	45.5	46.5	47.5	48.5	49.5	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4
8	43.1	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0	50.9	51.9	52.9	53.9
9	42.7	43.7	44.6	45.6	46.6	47.6	48.5	49.5	50.5	51.5	52.5	53.5
10	42.2	43.1	44.1	45.1	46.1	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52.1	53.1
11	41.7	42.7	43.7	44.7	45.7	46.7	47.6	48.6	49.6	50.6	51.6	52.6
12	41.2	42.2	43.2	44.2	45.2	46.2	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2
13	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.7	46.7	47.7	48.7	49.7	50.7	51.7
14	40.3	41.3	42.3	43.3	44.3	45.3	46.3	47.3	48.3	49.3	50.3	51.3
15	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.8	45.8	46.8	47.8	48.8	49.8	50.8
16	39.4	40.4	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.3	47.3	48.4	49.4	50.4
17	38.9	39.9	40.9	41.9	42.9	43.9	44.9	45.9	46.9	48.0	49.0	50.0
18	38.4	39.4	40.4	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.4	47.5	48.5	49.5
19	37.9	38.9	39.9	40.9	41.9	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.1	49.1
20	37.4	38.4	39.5	40.5	41.5	42.5	43.5	44.5	45.5	46.5	47.6	48.7
21	36.9	37.9	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.1	45.1	46.1	47.2	48.3
22	36.4	37.4	38.5	39.5	40.5	41.5	42.5	43.6	44.6	45.6	46.7	47.8
23	35.9	37.0	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1	43.2	44.2	45.2	46.3	47.4
24	35.4	36.5	37.6	38.6	39.6	40.6	41.6	42.7	43.7	44.7	45.8	46.9
+25	34.9	36.0	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.2	43.2	44.2	45.3	46.4

Tempe- ratur R.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.
—25	68.2	69.0	69.8	70.7	71.6	72.5	73.3	74.2	75.0	75.9	76.8	77.7
24	67.8	68.7	69.5	70.4	71.3	72.2	73.0	73.9	74.7	75.6	76.5	77.4
23	67.4	68.3	69.1	70.0	70.9	71.8	72.6	73.5	74.3	75.2	76.1	77.0
22	67.0	67.9	68.7	69.6	70.5	71.4	72.3	73.2	74.0	74.9	75.8	76.7
21	66.6	67.5	68.3	69.2	70.1	71.0	71.9	72.8	73.6	74.5	75.4	76.3
20	66.2	67.1	67.9	68.8	69.7	70.6	71.5	72.4	73.2	74.2	75.1	76.0
19	65.8	66.7	67.6	68.5	69.4	70.3	71.2	72.1	72.9	73.9	74.8	75.7
18	65.4	66.3	67.2	68.1	69.0	69.9	70.8	71.7	72.5	73.5	74.4	75.3
17	65.0	65.9	66.8	67.7	68.6	69.5	70.4	71.3	72.2	73.2	74.1	75.0
16	64.6	65.5	66.4	67.3	68.2	69.1	70.0	70.9	71.8	72.8	73.7	74.6
15	64.2	65.1	66.0	66.9	67.8	68.7	69.6	70.5	71.4	72.4	73.3	74.2
14	63.8	64.7	65.6	66.6	67.5	68.4	69.3	70.2	71.1	72.1	73.0	73.9
13	63.4	64.3	65.2	66.2	67.1	68.0	68.9	69.8	70.7	71.7	72.6	73.5
12	63.0	63.9	64.8	65.8	66.7	67.6	68.6	69.5	70.4	71.4	72.3	73.2
11	62.6	63.5	64.4	65.4	66.3	67.2	68.2	69.1	70.0	71.0	71.9	72.8
10	62.2	63.1	64.0	65.0	65.9	66.8	67.8	68.7	69.6	70.6	71.5	72.4
9	61.8	62.7	63.7	64.6	65.6	66.5	67.5	68.4	69.3	70.3	71.2	72.1
8	61.4	62.3	63.3	64.2	65.2	66.1	67.1	68.0	68.9	69.9	70.8	71.7
7	61.0	61.9	62.9	63.8	64.8	65.8	66.8	67.7	68.6	69.6	70.5	71.4
6	60.6	61.5	62.5	63.4	64.4	65.4	66.4	67.3	68.2	69.2	70.1	71.0
5	60.2	61.1	62.1	63.1	64.0	65.0	66.0	66.9	67.8	68.8	69.7	70.7
4	59.8	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.6	67.5	68.5	69.4	70.4
3	59.4	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.2	67.1	68.1	69.0	70.0
2	59.0	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8	66.8	67.7	68.7	69.7
—1	58.6	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.4	66.4	67.3	68.3	69.3
0	58.2	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.0	66.0	66.9	67.9	68.9
+1	57.8	58.7	59.7	60.7	61.7	62.7	63.7	64.6	65.6	66.5	67.5	68.5
2	57.4	58.3	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.2	67.2	68.2
3	57.0	57.9	58.9	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.8	66.8	67.8
4	56.6	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.4	66.4	67.4
5	56.2	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.0	66.0	67.0
6	55.8	56.7	57.7	58.7	59.7	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.6	66.6
7	55.4	56.3	57.3	58.3	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.2	66.2
8	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.8	65.8
9	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.4	65.4
10	54.1	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0
11	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6
12	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2
13	52.7	53.7	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8
14	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3
15	51.8	52.8	53.9	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9	59.9	60.9	61.9	62.9
16	51.4	52.4	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5
17	51.0	52.0	53.0	54.0	55.1	56.1	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1
18	50.5	51.5	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6	60.6	61.7
19	50.1	51.1	52.1	53.1	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2	60.2	61.3
20	49.7	50.7	51.7	52.7	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.9
21	49.3	50.3	51.3	52.3	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4	60.5
22	48.8	49.8	50.8	51.8	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9	60.0
23	48.4	49.4	50.4	51.4	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.6
24	47.9	48.9	49.9	51.0	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59.2
+25	47.4	48.5	49.5	50.6	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.8

Tempe- ratur R.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.	76.
—25	78.6	79.5	80.4	81.3	82.2	83.1	84.0	84.8	85.6	86.4	87.2	88.1
24	78.3	79.2	80.1	81.0	81.9	82.8	83.7	84.5	85.3	86.1	86.9	87.8
23	77.9	78.8	79.7	80.6	81.5	82.4	83.3	84.2	85.0	85.8	86.6	87.5
22	77.6	78.5	79.4	80.3	81.2	82.1	83.0	83.9	84.7	85.5	86.3	87.2
21	77.3	78.2	79.1	80.0	80.9	81.8	82.7	83.5	84.3	85.2	86.0	86.9
20	77.0	77.8	78.6	79.6	80.5	81.4	82.4	83.2	84.0	84.9	85.7	86.6
19	76.7	77.5	78.3	79.3	80.2	81.1	82.0	82.8	83.6	84.5	85.4	86.3
18	76.3	77.1	77.9	78.9	79.8	80.7	81.7	82.5	83.3	84.2	85.1	86.0
17	76.0	76.8	77.6	78.6	79.5	80.4	81.3	82.1	83.0	83.9	84.8	85.7
16	75.6	76.4	77.2	78.2	79.1	80.1	81.0	81.8	82.7	83.6	84.5	85.4
15	75.2	76.1	76.9	77.9	78.8	79.8	80.7	81.5	82.4	83.3	84.2	85.1
14	74.9	75.8	76.6	77.6	78.5	79.5	80.3	81.1	82.0	82.9	83.8	84.7
13	74.5	75.4	76.2	77.2	78.1	79.1	80.0	80.8	81.7	82.6	83.5	84.4
12	74.2	75.1	75.9	76.9	77.8	78.8	79.7	80.5	81.4	82.3	83.2	84.1
11	73.8	74.7	75.5	76.5	77.4	78.4	79.3	80.2	81.1	82.0	82.9	83.8
10	73.4	74.3	75.2	76.2	77.1	78.1	79.0	79.9	80.8	81.7	82.6	83.5
9	73.1	74.0	74.9	75.9	76.8	77.8	78.7	79.6	80.5	81.4	82.3	83.2
8	72.7	73.6	74.5	75.5	76.4	77.4	78.3	79.3	80.2	81.1	82.0	82.9
7	72.4	73.3	74.2	75.2	76.1	77.1	78.0	79.0	79.9	80.8	81.7	82.6
6	72.0	72.9	73.8	74.8	75.7	76.7	77.6	78.7	79.6	80.5	81.4	82.3
5	71.7	72.6	73.5	74.5	75.4	76.4	77.3	78.3	79.2	80.1	81.1	82.0
4	71.4	72.3	73.2	74.2	75.1	76.1	77.0	78.0	78.9	79.8	80.8	81.7
3	71.0	71.9	72.8	73.8	74.7	75.7	76.6	77.7	78.6	79.5	80.5	81.4
2	70.7	71.6	72.5	73.5	74.4	75.4	76.3	77.4	78.3	79.2	80.2	81.1
—1	70.3	71.2	72.1	73.1	74.0	75.0	75.9	77.0	77.9	78.9	79.9	80.8
0	69.9	70.8	71.8	72.8	73.7	74.7	75.6	76.6	77.5	78.5	79.5	80.4
+1	69.5	70.4	71.4	72.4	73.3	74.3	75.2	76.2	77.2	78.1	79.1	80.1
2	69.2	70.1	71.1	72.0	73.0	74.0	74.9	75.9	76.9	77.8	78.7	79.7
3	68.8	69.7	70.7	71.6	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.4	78.4	79.4
4	68.4	69.3	70.3	71.2	72.2	73.2	74.2	75.1	76.1	77.0	78.0	79.0
5	68.0	68.9	69.9	70.9	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.7	77.7	78.7
6	67.6	68.6	69.6	70.5	71.5	72.5	73.5	74.4	75.4	76.3	77.3	78.3
7	67.2	68.2	69.2	70.2	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.0	77.0	78.0
8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7	75.6	76.7	77.6
9	66.4	67.4	68.4	69.4	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.3	77.3
10	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9
11	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.5	72.6	73.6	74.6	75.5	76.6
12	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.1	72.2	73.2	74.2	75.1	76.2
13	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8
14	64.3	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4
15	63.9	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.1	75.1
16	63.5	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.7	74.7
17	63.1	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.3	74.3
18	62.7	63.7	64.7	65.7	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.9	73.9
19	62.3	63.3	64.3	65.3	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.5	73.5
20	61.9	62.9	63.9	64.9	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.1	73.1
21	61.5	62.5	63.5	64.5	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.7	72.7
22	61.0	62.0	63.0	64.1	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.3	72.3
23	60.6	61.6	62.6	63.7	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.9	70.9	71.9
24	60.3	61.2	62.2	63.3	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.5	70.6	71.6
+25	59.8	60.8	61.8	62.9	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.1	70.2	71.2

Tempe- ratur R.	77.	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.
-25	89.1	90.0	90.8	91.7	92.4	93.3	94.2	95.0	.	.	.	.
24	88.8	89.7	90.5	91.4	92.2	93.1	94.0	94.8	.	.	.	.
23	88.5	89.4	90.2	91.1	91.9	92.8	93.7	94.5	.	.	.	.
22	88.2	89.1	89.9	90.8	91.6	92.5	93.4	94.2	.	.	.	.
21	87.9	88.8	89.6	90.5	91.3	92.2	93.1	93.9	94.4	.	.	.
20	87.6	88.5	89.3	90.2	91.0	91.9	92.8	93.6	94.1	.	.	.
19	87.2	88.1	89.0	89.9	90.8	91.7	92.5	93.3	93.9	94.6	.	.
18	86.9	87.8	88.7	89.6	90.5	91.4	92.2	93.0	93.6	94.3	.	.
17	86.6	87.5	88.4	89.3	90.2	91.1	91.9	92.7	93.4	94.1	.	.
16	86.3	87.2	88.1	89.0	89.9	90.8	91.6	92.4	93.1	93.9	94.6	.
15	86.0	86.9	87.8	88.7	89.6	90.5	91.3	92.1	92.8	93.6	94.4	.
14	85.7	86.6	87.5	88.4	89.3	90.2	91.0	91.8	92.5	93.4	94.2	.
13	85.4	86.3	87.2	88.1	89.0	89.9	90.7	91.5	92.2	93.1	93.9	94.6
12	85.1	86.0	86.9	87.8	88.7	89.6	90.4	91.2	92.0	92.9	93.7	94.4
11	84.8	85.7	86.6	87.5	88.4	89.3	90.1	90.9	91.7	92.6	93.4	94.2
10	84.5	85.4	86.3	87.2	88.1	89.0	89.9	90.7	91.5	92.4	93.2	94.0
9	84.2	85.1	86.1	87.0	87.9	88.8	89.7	90.5	91.3	92.2	93.0	93.8
8	83.9	84.8	85.8	86.7	87.6	88.5	89.4	90.3	91.1	92.0	92.8	93.6
7	83.6	84.5	85.5	86.4	87.3	88.2	89.1	90.0	90.9	91.8	92.6	93.4
6	83.3	84.2	85.2	86.1	87.0	87.9	88.8	89.7	90.6	91.5	92.3	93.1
5	83.0	83.9	84.9	85.8	86.7	87.6	88.5	89.4	90.3	91.2	92.0	92.9
4	82.7	83.6	84.6	85.5	86.4	87.4	88.3	89.2	90.1	91.0	91.8	92.7
3	82.4	83.3	84.3	85.2	86.1	87.1	88.0	89.0	89.9	90.8	91.6	92.5
2	82.1	83.0	84.0	84.9	85.8	86.8	87.7	88.7	89.6	90.5	91.4	92.3
-1	81.8	82.7	83.7	84.6	85.5	86.5	87.4	88.4	89.3	90.2	91.1	92.0
0	81.4	82.4	83.4	84.3	85.2	86.2	87.1	88.1	89.0	89.9	90.8	91.7
+1	81.1	82.1	83.1	84.0	84.9	85.8	86.8	87.7	88.7	89.6	90.5	91.4
2	80.7	81.7	82.7	83.6	84.6	85.5	86.5	87.4	88.4	89.3	90.2	91.1
3	80.3	81.4	82.4	83.3	84.3	85.2	86.1	87.1	88.1	89.0	89.9	90.8
4	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	84.9	85.8	86.8	87.8	88.7	89.6	90.5
5	79.6	80.7	81.7	82.6	83.7	84.6	85.5	86.5	87.5	88.4	89.3	90.2
6	79.3	80.3	81.3	82.3	83.3	84.2	85.1	86.1	87.1	88.0	89.0	89.9
7	78.9	80.0	81.0	82.0	83.0	83.9	84.8	85.8	86.8	87.7	88.7	89.7
8	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6	84.5	85.5	86.5	87.4	88.4	89.4
9	78.3	79.2	80.2	81.2	82.3	83.3	84.2	85.2	86.2	87.1	88.1	89.1
10	77.9	78.8	79.8	80.8	81.9	82.9	83.8	84.8	85.8	86.8	87.8	88.8
11	77.6	78.5	79.5	80.5	81.6	82.6	83.5	84.5	85.5	86.5	87.5	88.5
12	77.2	78.1	79.1	80.1	81.2	82.2	83.1	84.1	85.1	86.1	87.1	88.1
13	76.8	77.8	78.8	79.8	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8	85.8	86.8	87.8
14	76.4	77.4	78.4	79.4	80.4	81.4	82.4	83.4	84.5	85.5	86.5	87.5
15	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.2	85.2	86.2	87.2
16	75.7	76.7	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.8	84.8	85.8	86.8
17	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.4	83.5	84.5	85.5	86.5
18	74.9	75.9	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0	82.0	83.1	84.1	85.1	86.1
19	74.5	75.5	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.7	82.8	83.8	84.8	85.8
20	74.1	75.1	76.2	77.2	78.2	79.2	80.3	81.3	82.4	83.4	84.4	85.4
21	73.7	74.7	75.8	76.8	77.8	78.9	80.0	81.0	82.1	83.1	84.1	85.1
22	73.3	74.3	75.4	76.4	77.5	78.5	79.6	80.6	81.7	82.7	83.7	84.7
23	72.9	73.9	75.0	76.0	77.1	78.2	79.3	80.3	81.4	82.4	83.4	84.4
24	72.6	73.6	74.7	75.7	76.8	77.8	78.9	79.9	81.0	82.0	83.1	84.1
+25	72.2	73.2	74.3	75.3	76.4	77.4	78.5	79.5	80.6	81.7	82.8	83.8

Tempe- ratur R.	89.	90.	91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	94.9	95.7	96.5	97.4	98.2	99.0	99.9	.	.	.	.	.
9	94.7	95.5	96.3	97.2	98.0	98.8	99.7	.	.	.	.	.
8	94.5	95.3	96.1	97.0	97.8	98.6	99.5	.	.	.	.	.
7	94.3	95.1	95.9	96.8	97.6	98.4	99.3	.	.	.	.	.
6	94.1	94.9	95.7	96.6	97.4	98.2	99.1	.	.	.	.	.
5	93.8	94.6	95.5	96.4	97.2	98.0	98.9	99.8	.	.	.	.
4	93.6	94.4	95.3	96.2	97.0	97.8	98.7	99.6	.	.	.	.
3	93.4	94.2	95.1	96.0	96.8	97.6	98.5	99.4	.	.	.	.
2	93.2	94.0	94.9	95.8	96.6	97.4	98.3	99.2	.	.	.	.
—1	92.9	93.8	94.7	95.6	96.4	97.2	98.1	99.0	.	.	.	.
0	92.6	93.5	94.4	95.3	96.2	97.0	97.9	98.8	99.6	.	.	.
+1	92.4	93.3	94.2	95.1	96.0	96.8	97.7	98.6	99.5	.	.	.
2	92.1	93.0	93.9	94.8	95.7	96.6	97.5	98.4	99.3	.	.	.
3	91.8	92.8	93.7	94.6	95.5	96.4	97.3	98.2	99.1	.	.	.
4	91.5	92.5	93.4	94.3	95.3	96.2	97.1	98.0	98.9	99.8	.	.
5	91.2	92.2	93.1	94.1	95.1	96.0	96.9	97.8	98.7	99.6	.	.
6	90.9	91.9	92.8	93.8	94.8	95.7	96.6	97.5	98.5	99.4	.	.
7	90.6	91.6	92.6	93.6	94.6	95.5	96.4	97.3	98.3	99.2	.	.
8	90.3	91.3	92.3	93.3	94.3	95.3	96.2	97.1	98.1	99.0	99.9	.
9	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	96.9	97.9	98.8	99.7	.
10	89.7	90.7	91.7	92.7	93.7	94.7	95.7	96.6	97.6	98.5	99.5	.
11	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.4	95.4	96.3	97.3	98.3	99.3	.
12	89.1	90.1	91.1	92.1	93.1	94.1	95.1	96.1	97.1	98.1	99.1	.
13	88.8	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.8	96.9	97.9	98.9	.
14	88.5	89.5	90.5	91.5	92.5	93.5	94.5	95.5	96.6	97.6	98.7	.
15	88.2	89.2	90.2	91.2	92.2	93.2	94.2	95.2	96.3	97.4	98.5	.
16	87.9	88.9	89.9	90.9	91.9	92.9	93.9	94.9	96.0	97.1	98.2	99.3
17	87.5	88.6	89.6	90.6	91.6	92.6	93.6	94.7	95.8	96.9	98.0	99.1
18	87.2	88.3	89.3	90.3	91.3	92.4	93.4	94.4	95.5	96.6	97.7	98.8
19	86.8	88.0	89.0	90.0	91.1	92.1	93.1	94.2	95.3	96.4	97.5	98.6
20	86.5	87.6	88.7	89.7	90.7	91.8	92.8	93.9	95.0	96.1	97.2	98.3
21	86.1	87.2	88.3	89.4	90.4	91.5	92.6	93.7	94.8	95.9	97.0	98.1
22	85.8	86.9	88.0	89.1	90.1	91.2	92.3	93.4	94.5	95.6	96.7	97.8
23	85.5	86.6	87.7	88.8	89.8	90.9	92.0	93.2	94.3	95.4	96.5	97.6
24	85.2	86.3	87.4	88.5	89.5	90.6	91.7	92.9	94.0	95.1	96.2	97.3
+25	84.9	86.0	87.1	88.2	89.2	90.3	91.4	92.6	93.7	94.8	95.9	97.0

Tafel III.

welche angiebt, welcher Procentgehalt für den aus den Tafeln I. oder II. gefundenen Procentgehalt zu setzen ist, wenn die Ausmessung der Flüssigkeit bei einer von der Normaltemperatur verschiedenen Temperatur geschehen ist.

Temperatur R.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.3	32.4	33.4
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.3	32.4	33.4
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.3	32.4	33.4
5	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.3	30.3	31.3	32.3	33.4
4	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3
3	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3
2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3
—1	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3
0	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.3
+1	21.1	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.3
2	21.1	22.1	23.1	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.2	30.2	31.2	32.2	33.3
3	21.1	22.1	23.1	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2
4	21.1	22.1	23.1	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2
5	21.1	22.1	23.1	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.2	30.1	31.1	32.1	33.1
6	21.0	22.0	23.0	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1
7	21.0	22.0	23.0	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1
8	21.0	22.0	23.0	24.0	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1
9	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1
10	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.1	32.1	33.1
11	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0
12	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0
13	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0
14	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	32.9
15	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	31.9	32.9
16	21.9	22.0	23.0	24.0	25.0	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9
17	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.9	32.9
18	21.0	22.0	23.0	24.0	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9	30.9	31.8	32.8
19	21.0	22.0	23.0	24.0	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.8	30.8	31.8	32.8
20	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8
21	20.9	21.9	22.9	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8
22	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.7	32.7
23	20.9	21.9	22.9	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.7	32.7
24	20.9	21.9	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7
+25	20.9	21.9	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8	27.8	28.7	29.7	30.7	31.7	32.7

Tempe- ratur R.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.	46.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46.0	47.1
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43.9	44.9	46.0	47.1
16	.	.	.	.	.	.	.	.	42.9	43.9	44.9	46.0	47.1
15	.	.	.	.	.	.	40.8	41.9	42.9	43.9	44.9	46.0	47.0
14	.	.	.	.	.	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.9	46.0	47.0
13	.	.	.	.	.	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.9	45.9	46.9
12	.	.	.	.	38.7	39.7	40.8	41.8	42.8	43.8	44.9	45.9	46.9
11	.	.	.	.	38.6	39.7	40.8	41.7	42.7	43.8	44.8	45.8	46.8
10	.	.	.	37.5	38.6	39.6	40.7	41.7	42.7	43.7	44.8	45.8	46.8
9	34.5	35.5	36.5	37.5	38.6	39.6	40.7	41.7	42.7	43.7	44.8	45.8	46.8
8	34.5	35.5	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.6	42.7	43.7	44.7	45.8	46.8
7	34.5	35.5	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.6	42.7	43.7	44.7	45.8	46.8
6	34.5	35.5	36.5	37.5	38.6	39.6	40.6	41.6	42.7	43.7	44.7	45.8	46.8
5	34.4	35.4	36.4	37.5	38.5	39.5	40.5	41.6	42.6	43.6	44.6	45.7	46.7
4	34.4	35.4	36.4	37.5	38.5	39.5	40.5	41.5	42.6	43.6	44.6	45.6	46.7
3	34.4	35.4	36.4	37.4	38.5	39.5	40.5	41.5	42.6	43.6	44.6	45.6	46.7
2	34.4	35.4	36.4	37.4	38.4	39.4	40.5	41.5	42.5	43.5	44.5	45.6	46.6
-1	34.3	35.3	36.3	37.4	38.4	39.4	40.4	41.5	42.5	43.5	44.5	45.5	46.5
0	34.3	35.3	36.3	37.4	38.4	39.4	40.4	41.4	42.5	43.5	44.5	45.5	46.5
+1	34.3	35.3	36.3	37.3	38.4	39.4	40.4	41.4	42.4	43.4	44.4	45.5	46.5
2	34.3	35.3	36.3	37.3	38.4	39.4	40.4	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.5
3	34.2	35.2	36.3	37.3	38.3	39.3	40.3	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.4
4	34.2	35.2	36.2	37.2	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3	43.4	44.4	45.4	46.4
5	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2	41.3	42.3	43.3	44.3	45.3	46.3
6	34.1	35.1	36.1	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.3	43.3	44.3	45.3	46.3
7	34.1	35.1	36.1	37.1	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.2	44.2	45.2	46.2
8	34.1	35.1	36.1	37.1	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.2	44.2	45.2	46.2
9	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1	43.1	44.1	45.1	46.2
10	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1	39.1	40.1	41.1	42.1	43.1	44.1	45.1	46.1
11	34.0	35.0	36.0	37.1	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.1	45.1	46.1
12	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0
13	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0
14	33.9	34.9	35.9	36.9	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0
15	33.9	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9	39.9	40.9	41.9	42.9	43.9	44.9	45.9
16	33.9	34.9	35.8	36.9	37.9	38.9	39.9	40.8	41.8	42.8	43.8	44.9	45.9
17	33.9	34.8	35.8	36.8	37.9	38.9	39.9	40.8	41.8	42.8	43.8	44.8	45.8
18	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.8	40.8	41.8	42.8	43.8	44.7	45.7
19	33.8	34.8	35.8	36.8	37.8	38.8	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.7
20	33.8	34.8	35.8	36.8	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.6
21	33.7	34.7	35.7	36.8	37.7	38.7	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.6
22	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.6	40.6	41.6	42.6	43.6	44.6	45.6
23	33.7	34.7	35.7	36.7	37.6	38.6	39.6	40.6	41.6	42.6	43.5	44.5	45.5
24	33.6	34.6	35.7	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.6	42.5	43.5	44.5	45.5
+25	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.6	40.6	41.5	42.5	43.5	44.4	45.4

Tempe- ratur R.	47.	48.	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60.9
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59.8	60.8
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	59.8	60.8
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	58.7	59.8	60.8
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	58.7	59.7	60.8
20	.	49.3	50.3	51.3	52.4	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.6	59.6	60.7
19	48.2	49.2	50.3	51.3	52.4	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.6	59.6	60.7
18	48.2	49.2	50.3	51.3	52.4	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.6	60.7
17	48.2	49.2	50.3	51.3	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.5	58.5	59.6	60.7
16	48.1	49.2	50.3	51.3	52.3	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.5	59.6	60.6
15	48.1	49.2	50.3	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.4	57.4	58.5	59.6	60.6
14	48.1	49.2	50.3	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.4	58.5	59.6	60.6
13	48.1	49.2	50.2	51.2	52.2	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.4	59.5	60.5
12	48.0	49.1	50.1	51.1	52.1	53.2	54.2	55.2	56.3	57.3	58.4	59.4	60.5
11	48.0	49.0	50.0	51.0	52.1	53.1	54.1	55.1	56.2	57.3	58.4	59.4	60.4
10	48.0	49.0	50.0	51.0	52.1	53.1	54.1	55.2	56.2	57.3	58.3	59.3	60.3
9	47.9	48.9	49.9	51.0	52.1	53.1	54.1	55.1	56.2	57.2	58.2	59.2	60.3
8	47.9	48.9	49.9	50.9	52.0	53.0	54.0	55.1	56.1	57.1	58.2	59.2	60.2
7	47.8	48.9	49.9	50.9	51.9	52.9	54.0	55.0	56.0	57.1	58.1	59.1	60.2
6	47.8	48.8	49.8	50.8	51.9	52.9	54.0	55.0	56.0	57.0	58.1	59.1	60.1
5	47.7	48.8	49.8	50.8	51.8	52.9	53.9	54.9	56.0	57.0	58.0	59.0	60.1
4	47.7	48.7	49.7	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8	55.9	56.9	57.9	59.0	60.0
3	47.7	48.7	49.7	50.7	51.8	52.8	53.8	54.8	55.9	56.9	57.9	59.0	60.0
2	47.7	48.7	49.7	50.7	51.7	52.7	53.7	54.7	55.8	56.8	57.9	58.8	59.8
—1	47.6	48.6	49.6	50.7	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.8	57.8	58.8	59.8
0	47.6	48.6	49.6	50.6	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.7	59.8
+1	47.5	48.5	49.5	50.5	51.6	52.6	53.6	54.6	55.7	56.7	57.7	58.7	59.7
2	47.5	48.5	49.5	50.4	51.5	52.5	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6	59.6
3	47.4	48.4	49.4	50.4	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.6	59.6
4	47.4	48.4	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5
5	47.3	48.3	49.3	50.3	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.5
6	47.3	48.3	49.3	50.3	51.3	52.3	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.4	59.4
7	47.2	48.2	49.2	50.2	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3	59.3
8	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2	53.3	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3	59.3
9	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2
10	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59.1
11	47.1	48.1	49.1	50.1	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59.1
12	47.0	48.0	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0
13	47.0	48.0	49.0	50.0	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	58.0	59.0
14	46.9	47.9	48.9	49.9	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9
15	46.9	47.9	48.9	49.9	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9
16	46.9	47.9	48.9	49.9	50.9	51.9	52.9	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8
17	46.8	47.8	48.8	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8
18	46.7	47.7	48.7	49.7	50.7	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.6
19	46.7	47.7	48.7	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.6	57.6	58.6
20	46.6	47.6	48.6	49.6	50.6	51.6	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5
21	46.6	47.6	48.6	49.5	50.5	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5
22	46.6	47.5	48.5	49.5	50.5	51.5	52.5	53.4	54.4	55.4	56.4	57.4	58.3
23	46.5	47.5	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3
24	46.5	47.5	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.3	55.3	56.3	57.3	58.3
+25	46.4	47.4	48.4	49.4	50.3	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3	56.2	57.2	58.2

Tempe- ratur R.	60.	61.	62.	63.	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.
—25	61.9	63.0	64.1	65.2	66.2	67.2	68.3	69.3	70.4	71.5	72.5	73.5	74.6
24	61.8	63.0	64.1	65.2	66.2	67.2	68.3	69.3	70.4	71.4	72.4	73.4	74.5
23	61.8	63.0	64.1	65.1	66.1	67.1	68.2	69.2	70.3	71.4	72.4	73.4	74.5
22	61.8	63.0	64.0	65.1	66.1	67.1	68.1	69.2	70.3	71.3	72.3	73.4	74.4
21	61.8	63.0	64.0	65.0	66.0	67.1	68.1	69.2	70.3	71.3	72.3	73.4	74.4
20	61.8	62.9	63.9	64.9	65.9	67.0	68.0	69.2	70.2	71.2	72.3	73.3	74.4
19	61.8	62.8	63.8	64.8	65.9	66.9	68.0	69.1	70.1	71.1	72.2	73.3	74.4
18	61.7	62.7	63.8	64.8	65.9	66.9	68.0	69.1	70.1	71.1	72.2	73.3	74.4
17	61.7	62.8	63.8	64.8	65.8	66.9	68.0	69.0	70.0	71.1	72.1	73.1	74.2
16	61.6	62.7	63.7	64.7	65.8	66.8	67.9	69.0	70.0	71.1	72.1	73.1	74.2
15	61.6	62.6	63.7	64.7	65.8	66.8	67.8	68.8	69.9	71.0	72.0	73.0	74.1
14	61.6	62.6	63.7	64.7	65.7	66.7	67.8	68.8	69.8	70.8	71.9	73.0	74.0
13	61.5	62.5	63.6	64.6	65.6	66.7	67.7	68.8	69.8	70.9	71.9	73.0	74.0
12	61.5	62.5	63.5	64.5	65.6	66.6	67.6	68.7	69.7	70.7	71.8	72.9	73.9
11	61.4	62.5	63.5	64.5	65.6	66.5	67.6	68.7	69.7	70.7	71.8	72.8	73.9
10	61.3	62.4	63.4	64.5	65.5	66.5	67.6	68.6	69.6	70.7	71.8	72.8	73.8
9	61.3	62.4	63.4	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.6	70.6	71.6	72.7	73.7
8	61.2	62.3	63.3	64.3	65.3	66.4	67.4	68.5	69.5	70.5	71.6	72.6	73.6
7	61.2	62.2	63.3	64.3	65.3	66.4	67.4	68.4	69.5	70.5	71.5	72.5	73.6
6	61.1	62.1	63.2	64.2	65.3	66.3	67.3	68.3	69.4	70.4	71.5	72.5	73.5
5	61.1	62.1	63.1	64.2	65.2	65.2	67.2	68.3	69.3	70.3	71.3	72.4	73.4
4	61.0	62.1	63.0	64.1	65.1	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.3	72.3	73.3
3	61.0	62.0	63.0	64.1	65.1	66.1	67.1	68.2	69.2	70.2	71.2	72.3	73.3
2	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1	73.2
—1	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	66.0	67.0	68.0	69.0	70.1	71.1	72.1	73.1
0	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.9	66.9	67.9	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0
+1	60.7	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.9	69.9	70.9	71.9	72.9
2	60.7	61.7	62.7	63.7	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8
3	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.7	69.7	70.8	71.8	72.8
4	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.7	70.7	71.7	72.7
5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6
6	60.4	61.4	62.4	63.4	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5
7	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5
8	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.3	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4
9	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3
10	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2
11.	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1
12	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0
13	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0
14	59.9	60.8	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.9	70.9	71.9
15	59.9	60.9	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.7
16	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.7	65.7	66.7	67.7	68.7	69.7	70.7	71.7
17	59.7	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6
18	59.6	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6
19	59.6	60.6	61.6	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5
20	59.5	60.5	61.5	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.3	71.3
21	59.5	60.4	61.4	62.4	63.4	64.4	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.3	71.2
22	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.2	68.2	69.2	70.2	71.1
23	59.3	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.1	71.1
24	59.3	60.2	61.2	62.2	63.2	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.0	71.0
+25	59.2	60.2	61.1	62.1	63.1	64.1	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	69.9	70.9

Tempe- ratur R.	73.	74.	75.	76.	77.	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.
—25	75.7	76.8	77.9	78.9	80.0	81.1	82.2	83.3	84.4	85.5	86.6	87.6	88.6
24	75.6	76.7	77.8	78.8	79.9	81.0	82.1	83.3	84.4	85.5	86.4	87.3	88.5
23	75.6	76.7	77.8	78.8	79.9	81.0	82.1	83.2	84.3	85.4	86.3	87.3	88.4
22	75.5	76.6	77.7	78.8	79.8	80.9	82.1	83.3	84.2	85.3	86.2	87.3	88.4
21	75.5	76.6	77.6	78.7	79.8	80.9	82.0	83.1	84.2	85.2	86.2	87.2	88.4
20	75.5	76.6	77.6	78.7	79.7	80.9	81.9	83.0	84.1	85.1	86.1	87.1	88.2
19	75.5	76.5	77.6	78.7	79.7	80.9	81.9	83.0	84.0	85.0	86.0	87.1	88.1
18	75.5	76.5	77.5	78.6	79.6	80.9	81.9	83.0	83.9	84.9	85.9	87.1	88.1
17	75.3	76.4	77.5	78.5	79.6	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8	85.8	86.9	88.0
16	75.2	76.3	77.4	78.4	79.5	80.7	81.7	82.7	83.7	84.7	85.8	86.8	88.0
15	75.1	76.2	77.3	78.4	79.5	80.6	81.6	82.6	83.6	84.6	85.7	86.8	87.8
14	75.1	76.2	77.2	78.4	79.5	80.5	81.5	82.5	83.5	84.6	85.7	86.7	87.7
13	75.1	76.2	77.2	78.3	79.4	80.3	81.3	82.3	83.4	84.5	85.5	86.6	87.6
12	75.1	76.1	77.2	78.2	79.2	80.2	81.3	82.3	83.3	84.4	85.4	86.5	87.5
11	75.0	76.0	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.2	83.3	84.4	85.4	86.4	87.4
10	74.9	75.9	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0	82.1	83.1	84.2	85.2	86.3	87.3
9	74.8	75.8	76.8	77.9	78.9	79.9	81.0	82.0	83.0	84.1	85.1	86.2	87.2
8	74.6	75.7	76.8	77.8	78.8	79.8	80.8	81.9	82.9	84.0	85.0	86.1	87.1
7	74.6	75.6	76.7	77.7	78.7	79.8	80.8	81.8	82.8	83.8	84.9	86.0	87.0
6	74.5	75.6	76.6	77.6	78.6	79.7	80.7	81.7	82.8	83.8	84.8	85.9	86.9
5	74.4	75.4	76.5	77.5	78.5	79.6	80.6	81.6	82.7	83.7	84.7	85.8	86.8
4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.5	79.5	80.5	81.5	82.6	83.6	84.6	85.7	86.7
3	74.3	75.3	76.3	77.4	78.4	79.4	80.4	81.5	82.5	83.5	84.5	85.6	86.6
2	74.2	75.3	76.3	77.3	78.3	79.4	80.4	81.4	82.4	83.4	84.5	85.5	86.5
—1	74.1	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.3	81.3	82.3	83.3	84.4	85.4	86.4
0	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.3	86.3
+1	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.1	80.1	81.1	82.2	83.2	84.2	85.2	86.2
2	73.9	74.9	75.9	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0	82.0	83.0	84.1	85.1	86.1
3	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.9	79.9	80.9	81.9	82.9	84.0	85.0	86.0
4	73.7	74.7	75.7	76.7	77.7	78.7	79.8	80.8	81.8	82.9	83.9	84.9	86.9
5	73.6	74.6	75.7	76.7	77.7	78.6	79.7	80.7	81.7	82.7	83.8	84.8	85.8
6	73.5	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.7	84.7	85.7
7	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.6	84.6	85.6
8	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.5	79.5	80.4	81.4	82.4	83.5	84.5	85.5
9	73.3	74.3	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.4	81.4	82.4	83.4	84.4	85.4
10	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.2
11	73.1	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.1	82.1	83.1	84.1	85.1
12	73.0	74.2	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0	82.0	83.1	84.1	85.1
13	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0
14	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8
15	72.7	73.7	74.7	75.7	76.7	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.7	84.7
16	72.7	73.7	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6	84.6
17	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.5	84.5
18	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.4	81.4	82.4	83.4	84.4
19	72.5	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.4	79.4	80.4	81.3	82.3	83.3	84.3
20	72.3	73.3	74.3	75.3	76.3	77.3	78.3	79.2	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2
21	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83.1	84.1
22	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.0	78.1	79.1	80.0	81.0	82.0	83.0	84.0
23	72.1	73.1	74.1	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0	79.9	80.9	81.9	82.9	83.9
24	72.0	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.8	80.8	81.8	82.8	83.7
+25	71.9	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.6

Tempe- ratur R.	86.	87.	88.	89.	90.	91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.
—25	89.7	90.8	91.9	92.9	93.9	94.9	96.0	97.1	98.1	99.1	.	.
24	89.7	90.8	91.9	92.8	93.7	94.9	95.9	96.9	97.9	99.0	.	.
23	89.5	90.6	91.7	92.6	93.6	94.8	95.8	96.8	97.8	98.8	.	.
22	89.4	90.6	91.7	92.6	93.6	94.6	95.7	96.7	97.7	98.7	.	.
21	89.4	90.6	91.4	92.4	93.5	94.6	95.6	96.6	97.6	98.6	.	.
20	89.3	90.4	91.4	92.4	93.4	94.5	95.5	96.5	97.6	98.7	.	.
19	89.1	90.2	91.2	92.3	93.3	94.4	95.4	96.4	97.6	98.6	.	.
18	89.2	90.1	91.1	92.2	93.2	94.3	95.3	96.3	97.4	98.4	.	.
17	89.1	90.0	91.0	92.0	93.1	94.2	95.2	96.3	97.4	98.4	.	.
16	89.0	89.9	90.9	91.9	93.1	94.1	95.1	96.2	97.2	98.3	.	.
15	88.8	89.8	90.8	91.8	93.0	94.0	95.0	96.1	97.1	98.2	.	.
14	88.7	89.7	90.8	91.8	92.8	93.9	94.9	96.1	97.1	98.2	.	.
13	88.6	89.6	90.6	91.7	92.7	93.8	94.8	95.9	96.9	98.1	.	.
12	88.5	89.5	90.5	91.6	92.6	93.8	94.8	95.9	96.9	97.9	.	.
11	88.4	89.4	90.4	91.5	92.5	93.6	94.7	95.7	96.7	97.8	.	.
10	88.3	89.3	90.3	91.4	92.5	93.5	94.6	95.6	96.7	97.7	98.7	99.8
9	88.2	89.2	90.3	91.3	92.4	93.4	94.4	95.5	96.5	97.6	98.6	99.6
8	88.1	89.1	90.2	91.2	92.3	93.4	94.3	95.4	96.4	97.4	98.5	99.5
7	88.0	89.0	90.1	91.2	92.2	93.2	94.3	95.3	96.3	97.3	98.4	99.4
6	87.9	89.0	90.0	91.0	92.0	93.1	94.1	95.1	96.2	97.2	98.3	99.3
5	87.8	88.8	89.9	90.9	92.0	93.0	94.0	95.1	96.1	97.1	98.2	99.2
4	87.7	88.7	89.8	90.8	91.9	92.9	93.9	94.9	95.9	97.0	98.1	99.1
3	87.6	88.7	89.7	90.7	91.7	92.8	93.8	94.8	95.9	96.9	97.9	98.9
2	87.6	88.6	89.6	90.6	91.6	92.7	93.7	94.7	95.7	96.7	97.8	98.8
—1	87.4	88.5	89.5	90.5	91.5	92.6	93.6	94.6	95.6	96.6	97.6	98.7
0	87.3	88.4	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.5	95.5	96.5	97.5	98.6
+1	87.2	88.3	89.3	90.3	91.3	92.3	93.3	94.4	95.4	96.5	97.5	98.5
2	87.1	88.1	89.1	90.2	91.2	92.2	93.2	94.3	95.3	96.3	97.3	98.3
3	87.0	88.1	89.1	90.1	91.1	92.1	93.1	94.2	95.2	96.2	97.2	98.2
4	86.9	87.9	88.9	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	97.0	98.0
5	86.8	87.8	88.8	89.9	90.9	91.9	92.9	93.9	94.9	95.9	96.9	98.0
6	86.7	87.7	88.8	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.8	96.8	97.8
7	86.6	87.6	88.6	89.6	90.6	91.6	92.8	93.7	94.7	95.7	96.7	97.7
8	86.5	87.4	88.5	89.5	90.5	91.5	92.6	93.6	94.5	95.5	96.6	97.6
9	86.4	87.4	88.4	89.4	90.4	91.4	92.4	93.5	94.5	95.5	96.5	97.5
10	86.2	87.2	88.2	89.2	90.2	91.2	92.3	93.3	94.3	95.3	96.3	97.4
11	86.1	87.1	88.1	89.1	90.1	91.2	92.2	93.2	94.2	95.2	96.2	97.2
12	86.1	87.1	88.1	89.1	90.1	91.1	92.1	93.1	94.1	95.1	96.1	97.1
13	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	96.9
14	85.8	86.8	87.8	88.8	89.8	90.8	91.8	92.8	93.8	94.8	95.8	96.8
15	85.7	86.7	87.8	88.7	89.7	90.7	91.7	92.7	93.7	94.7	95.7	96.6
16	85.6	86.6	87.6	88.6	89.6	90.6	91.6	92.6	93.6	94.6	95.6	96.5
17	85.5	86.5	87.5	88.4	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.4	95.4	96.4
18	85.4	86.4	87.4	88.3	89.3	90.3	91.3	92.3	93.3	94.3	95.2	96.2
19	85.3	86.3	87.3	88.2	89.2	90.2	91.2	92.2	93.2	94.2	95.1	96.1
20	85.2	86.2	87.2	88.2	89.1	90.1	91.1	92.1	93.0	94.0	95.0	96.0
21	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	89.9	90.9	91.9	92.9	93.8	94.8	95.8
22	85.0	85.9	86.9	87.9	88.9	89.8	90.8	91.8	92.7	93.7	94.7	95.7
23	84.8	85.8	86.8	87.3	88.7	89.7	90.7	91.7	92.6	93.6	94.6	95.5
24	84.7	85.7	86.7	87.7	88.7	89.6	90.5	91.5	92.5	93.5	94.5	95.4
+25	84.6	85.6	86.6	87.6	88.5	89.4	90.4	91.4	92.4	93.4	94.4	95.3

Volumprocente.

Mischungen.

Tafel IV. welche für jeden Procentgehalt Alcohol das zugehörige Verhältniss des Wassers zum Alcohol angiebt.

Tafel V. welche angiebt, wie viel Eimer Wasser zu 100 Eimern eines starken Wein-geistes hinzugefügt werden müssen, um einen beliebig schwächeren Wein-geist zu erhalten, und wie viel Eimer aus der Mischung hervorgehen.

Tafel IV.

welche für jeden Procentgehalt Alcohol das zugehörige Verhältniss des Wassers zum Alcohol angiebt.

Alcohol- procente.	Verhältniss des Wassers zum Alcohol.	Alcohol- procente.	Verhältniss des Wassers zum Alcohol.	Alcohol- procente.	Verhältniss des Wassers zum Alcohol.	Alcohol- procente.	Verhältniss des Wassers zum Alcohol.
a	$\frac{a'}{a}$	a	$\frac{a'}{a}$	a	$\frac{a'}{a}$	a	$\frac{a'}{a}$
1	99.0550	26	2.9354	51	1.0335	76	0.3563
2	49.0555	27	2.7936	52	0.9944	77	0.3379
3	32.3920	28	2.6615	53	0.9569	78	0.3199
4	24.0605	29	2.5385	54	0.9208	79	0.3022
5	19.0614	30	2.4237	55	0.8858	80	0.2853
6	15.7303	31	2.3160	56	0.8520	81	0.2685
7	13.3511	32	2.2151	57	0.8194	82	0.2521
8	11.5679	33	2.1199	58	0.7878	83	0.2361
9	10.1810	34	2.0304	59	0.7573	84	0.2204
10	9.0714	35	1.9458	60	0.7277	85	0.2049
11	8.1635	36	1.8662	61	0.6992	86	0.1898
12	7.4079	37	1.7905	62	0.6715	87	0.1751
13	6.7685	38	1.7186	63	0.6446	88	0.1605
14	6.2204	39	1.6503	64	0.6185	89	0.1462
15	5.7461	40	1.5852	65	0.5932	90	0.1320
16	5.3304	41	1.5232	66	0.5686	91	0.1181
17	4.9642	42	1.4642	67	0.5447	92	0.1045
18	4.6387	43	1.4077	68	0.5214	93	0.0911
19	4.3475	44	1.3536	69	0.4989	94	0.0779
20	4.0854	45	1.3021	70	0.4768	95	0.0648
21	3.8482	46	1.2526	71	0.4554	96	0.0518
22	3.6327	47	1.2052	72	0.4346	97	0.0388
23	3.4354	48	1.1597	73	0.4143	98	0.0259
24	3.2550	49	1.1160	74	0.3945	99	0.0128
25	3.0890	50	1.0740	75	0.3751	100	0.0000

Tafel V.

welche angiebt, wie viel Eimer Wasser zu 100 Eimer eines starken Weingeistes hinzugefügt werden müssen, um einen beliebigen schwächeren Weingeist zu erhalten, und wie viel Eimer aus deren Mischung hervorgehen.

Procente des stärkeren Weingeistes.

26.		27.		28.		29.		30.		
Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	
26	0.00	100.00	3.83	103.85	7.67	107.69	11.51	111.54	15.35	115.38
27	.	.	.	100.00	3.70	103.70	7.40	107.41	11.09	111.11
28	.	.	.	.	.	100.00	3.57	103.57	7.13	107.14
29	.	.	.	.	.	.	.	100.00	3.44	103.45
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00

Procente des schwächeren Weingeistes, den man erhalten will.

31.		32.		33.		34.		35.		
Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	
26	19.20	119.23	23.05	123.08	26.91	126.92	30.77	130.77	34.64	134.62
27	14.80	114.71	18.51	118.42	22.23	122.12	25.95	125.83	29.67	129.53
28	10.71	110.71	14.29	114.29	17.87	117.86	21.46	121.43	25.05	125.00
29	6.90	106.90	10.35	110.34	13.81	113.79	17.28	117.24	20.75	120.69
30	3.34	103.33	6.68	106.67	10.03	110.00	13.37	113.33	16.73	116.67
31	.	100.00	3.23	103.23	6.47	106.45	9.71	109.68	12.96	112.90
32	.	.	.	100.00	3.14	103.13	6.28	106.25	9.43	109.38
33	.	.	.	.	.	100.00	3.04	103.03	6.09	106.06
34	.	.	.	.	.	.	.	100.00	2.96	102.94
35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00

36.		37.		38.		39.		40.		
Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	Wasser.	Mischung.	
26	38.49	138.46	42.36	142.31	46.24	146.15	50.12	150.00	54.01	153.85
27	33.38	133.23	37.11	136.94	40.85	140.64	44.48	144.34	48.24	148.05
28	28.63	128.57	32.22	132.14	35.83	135.71	39.44	139.29	43.06	142.86
29	24.20	124.14	27.68	127.59	31.15	131.03	34.64	134.48	38.13	137.93
30	20.07	120.00	23.43	123.33	26.80	126.67	30.51	130.00	33.54	133.33
31	16.19	116.13	19.44	119.35	22.70	122.58	25.97	125.81	29.23	129.03
32	12.56	112.50	15.71	115.63	18.87	118.75	22.01	121.86	25.20	125.00
33	9.13	109.09	12.19	112.12	15.25	115.15	18.31	118.18	21.39	121.21
34	5.91	105.88	8.87	108.82	11.85	111.76	14.83	114.71	17.81	117.65
35	2.87	102.86	5.75	105.71	8.64	108.57	11.53	111.43	14.44	114.29
36	.	100.00	2.80	102.78	5.62	105.56	8.42	108.33	11.24	111.11
37	.	.	.	100.00	2.73	102.70	5.47	105.41	8.22	108.11
38	.	.	.	.	.	100.00	2.66	102.63	5.33	105.26
39	.	.	.	.	.	.	.	100.00	2.60	102.56
40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00

103. 100 M. 20% Spiritus mit Wasser angesetzt
22. 100 M. 20% Spiritus + 11,51 M. Wasser voll 111, 54 M. 26% 600-gub.

	41.		42.		43.		44.		45.	
26	57.90	157.69	61.79	161.54	65.69	165.38	69.60	169.23	73.50	173.08
27	52.08	151.85	55.84	155.56	59.59	159.26	63.36	162.96	67.12	166.67
28	46.67	146.43	50.28	150.00	53.91	153.57	57.54	157.14	61.17	160.71
29	41.63	141.38	45.11	144.82	48.63	148.28	52.13	151.72	55.64	155.17
30	36.93	136.67	40.30	140.00	43.69	143.33	47.09	146.67	50.48	150.00
31	32.51	132.26	35.77	135.48	39.06	138.71	42.35	141.94	45.63	145.16
32	28.37	128.13	31.54	131.25	34.72	134.38	37.91	137.50	41.09	140.63
33	24.46	124.24	27.54	127.27	30.62	130.30	33.72	133.33	36.80	136.36
34	20.80	120.59	23.78	123.53	26.78	126.47	29.78	129.41	32.79	132.35
35	17.33	117.14	20.23	120.00	23.15	122.86	26.06	125.71	28.97	128.57
36	14.06	113.89	16.89	116.67	19.71	119.44	22.55	122.22	25.39	125.00
37	10.96	110.81	13.70	113.51	16.47	116.22	19.23	118.92	21.98	121.62
38	8.00	107.89	10.69	110.53	13.37	113.16	16.06	115.79	18.74	118.42
39	5.21	105.13	7.81	107.69	10.43	110.26	13.05	112.82	15.67	115.38
40	2.54	102.50	5.08	105.00	7.63	107.50	10.19	110.00	12.74	112.50
41	.	100.00	2.48	102.44	4.97	104.88	7.47	107.32	9.95	109.76
	46.		47.		48.		49.		50.	
26	77.41	176.92	81.32	180.77	85.23	184.62	89.15	188.46	93.07	192.31
27	70.89	170.37	74.65	174.07	78.42	177.78	82.20	181.48	85.98	185.19
28	64.81	164.29	68.45	167.86	72.15	171.43	75.73	175.00	79.37	178.57
29	59.15	158.62	62.67	162.07	66.18	165.52	69.71	168.97	73.22	172.41
30	53.87	153.33	57.28	156.67	60.67	160.00	64.08	163.33	67.49	166.67
31	48.92	148.39	52.21	151.61	55.50	154.84	58.80	158.06	62.10	161.29
32	44.28	143.75	47.47	146.88	50.65	150.00	53.86	153.13	57.05	156.25
33	39.90	139.39	42.99	142.42	46.08	145.45	49.19	148.48	52.30	151.52
34	35.78	135.29	38.79	138.24	41.79	141.18	44.81	144.12	47.82	147.06
35	31.90	131.43	34.82	134.29	37.73	137.14	40.67	140.00	43.60	142.86
36	28.23	127.78	31.07	130.56	33.91	133.33	36.76	136.11	39.61	138.89
37	24.74	124.32	27.51	127.03	30.28	129.73	33.05	132.43	35.83	135.14
38	21.43	121.05	24.12	123.68	26.83	126.32	29.53	128.95	32.23	131.58
39	8.30	117.95	20.92	120.51	23.55	123.08	26.18	125.64	28.82	128.21
40	5.30	115.00	17.86	117.50	20.42	120.00	22.99	122.50	25.56	125.00
41	2.45	112.20	14.94	114.63	17.44	117.07	19.95	119.51	22.46	121.95
	51.		52.		53.		54.		55.	
26	97.00	196.15	100.93	200.00	104.86	203.85	108.79	207.69	112.73	211.54
27	89.77	188.89	93.55	192.59	97.35	196.30	101.13	200.00	104.91	203.70
28	83.03	182.14	86.68	185.71	90.35	189.29	94.00	192.86	97.67	196.43
29	76.76	175.86	80.29	179.31	83.83	182.76	87.36	186.21	90.91	189.66
30	70.91	170.00	74.32	173.33	77.75	176.67	81.16	180.00	84.59	183.33
31	65.42	164.52	68.72	167.74	72.04	170.97	75.34	174.19	78.67	177.42
32	60.27	159.38	63.47	162.50	66.69	165.63	69.89	168.75	73.12	171.88
33	55.42	154.55	58.53	157.58	61.65	160.61	64.76	163.64	67.88	166.67
34	50.85	150.00	53.87	152.94	56.89	155.88	59.92	158.82	62.95	161.76
35	46.54	145.71	49.48	148.57	52.42	151.43	55.36	154.29	58.31	157.14
36	42.48	141.67	45.33	144.44	48.19	147.22	51.05	150.00	53.93	152.78
37	38.61	137.84	41.40	140.54	44.18	143.24	46.97	145.95	49.76	148.65
38	34.94	134.21	37.65	136.84	40.36	139.47	43.08	142.11	45.81	144.74
39	31.46	130.77	34.10	133.33	36.75	135.90	39.39	138.46	42.05	141.03
40	28.14	127.50	30.72	130.00	33.30	132.50	35.88	135.00	38.47	137.50
41	24.98	124.39	27.50	126.83	30.02	129.27	32.53	131.71	35.06	134.15

	56.		57.		58.		59.		60.	
26	116.66	215.38	120.61	219.23	124.56	223.08	128.51	226.92	132.46	230.77
27	108.73	207.41	112.52	211.11	116.33	214.81	120.14	218.52	123.95	222.22
28	101.33	200.00	104.99	203.57	108.67	207.14	112.34	210.71	116.03	214.19
29	93.44	192.10	97.99	196.55	101.54	200.00	105.10	203.45	108.65	206.90
30	88.02	186.67	91.45	190.00	94.88	193.33	98.33	196.67	101.76	200.00
31	81.99	180.65	85.31	183.87	88.64	187.10	91.97	190.32	95.30	193.55
32	76.33	175.00	79.56	178.13	82.78	181.25	86.02	184.38	89.24	187.50
33	71.01	169.70	74.13	172.73	77.27	175.76	80.40	178.79	83.53	181.82
34	66.00	164.71	69.03	167.65	71.07	170.59	75.12	173.53	78.16	176.47
35	61.26	160.00	64.22	162.86	67.17	165.71	70.13	168.57	73.10	171.43
36	56.80	155.56	59.66	158.33	62.55	161.11	65.43	163.89	68.31	166.67
37	52.56	151.35	55.35	154.05	58.16	156.76	60.96	159.46	63.77	162.16
38	48.53	147.37	51.25	150.00	53.98	152.63	56.71	155.26	59.45	157.89
39	44.70	143.59	47.35	146.15	50.03	148.72	52.69	151.28	55.36	153.85
40	41.06	140.00	43.65	142.50	46.25	145.00	48.85	147.50	51.44	150.00
41	37.59	136.59	40.11	139.02	42.65	141.46	45.19	143.90	47.73	146.34
	61.		62.		63.		64.		65.	
26	136.41	234.62	140.36	238.46	144.32	242.31	148.27	246.15	152.24	250.00
27	127.76	225.93	131.57	229.63	135.38	233.33	139.20	237.04	143.02	240.74
28	119.70	217.86	123.38	221.43	127.06	225.00	130.75	228.57	134.43	232.14
29	112.20	210.34	115.75	213.79	119.32	217.24	122.88	220.69	126.44	224.14
30	105.20	203.33	108.64	206.67	112.09	210.00	115.53	213.33	118.99	216.67
31	98.63	196.77	101.96	200.00	105.31	203.23	108.65	206.46	111.98	209.68
32	92.48	190.63	95.70	193.75	98.95	196.88	102.18	200.00	105.42	203.13
33	86.67	184.85	89.80	187.88	92.95	190.91	96.09	193.94	99.24	196.97
34	81.20	179.41	84.25	182.35	87.30	185.29	90.37	188.24	93.42	191.18
35	76.06	174.29	79.01	177.14	81.99	180.00	84.96	182.86	87.92	185.71
36	71.19	169.44	74.07	172.22	76.96	175.00	79.85	177.78	82.75	180.56
37	66.57	164.86	69.38	167.57	72.19	170.27	75.01	172.97	77.83	175.68
38	62.19	160.53	64.92	163.16	67.66	165.79	70.40	168.42	73.15	171.05
39	58.02	156.41	60.68	158.97	63.36	161.54	66.03	164.10	68.71	166.67
40	54.05	152.50	56.64	155.00	59.25	157.50	61.86	160.00	64.47	162.50
41	50.27	148.78	52.80	151.22	55.35	153.66	57.90	156.10	60.45	158.54
	66.		67.		68.		69.		70.	
26	156.21	253.85	160.18	257.69	164.15	261.54	168.11	265.38	172.10	269.23
27	146.84	244.44	150.68	248.15	154.50	251.85	158.34	255.56	162.17	259.26
28	138.13	235.71	141.83	239.29	145.53	242.86	149.22	246.43	152.92	250.00
29	130.02	227.59	133.58	231.03	137.16	234.48	140.73	237.93	144.32	241.38
30	124.44	220.00	125.89	223.33	129.36	226.67	132.81	230.00	136.28	233.33
31	115.33	212.90	118.68	216.13	122.03	219.35	125.38	222.58	128.75	225.81
32	108.67	206.25	111.92	209.38	115.17	212.50	118.42	215.63	121.69	218.76
33	102.39	200.00	105.54	203.03	108.70	206.06	111.85	209.09	115.02	212.12
34	96.48	194.12	99.55	197.06	102.61	200.00	105.67	202.94	108.75	205.88
35	90.91	188.57	93.89	191.43	96.87	194.29	99.85	197.14	102.84	200.00
36	85.64	183.33	88.54	186.11	90.65	188.89	94.35	191.67	97.25	194.44
37	80.65	178.38	83.47	181.08	86.30	183.78	89.13	186.49	91.96	189.19
38	75.89	173.68	78.65	176.32	81.41	178.95	84.16	181.58	86.92	184.21
39	71.39	169.23	74.07	171.79	76.76	174.36	79.44	176.92	82.14	179.49
40	67.09	165.00	69.71	167.50	72.33	170.00	74.95	172.50	77.58	175.00
41	63.01	160.98	65.56	163.41	68.12	165.85	70.67	168.29	72.84	170.33

	71.		72.		73.		74.		75.	
26	176.08	273.08	180.06	276.92	184.04	280.77	188.03	284.62	192.02	288.46
27	166.01	262.96	169.85	266.67	173.69	270.37	177.53	274.07	181.38	277.78
28	156.63	253.57	160.33	257.14	164.04	260.71	167.76	264.29	171.48	267.86
29	147.90	244.83	151.49	248.28	155.06	251.72	158.66	255.17	162.23	258.62
30	139.76	236.67	143.22	240.00	146.69	243.33	150.17	246.67	153.65	250.00
31	132.10	229.03	135.47	232.26	138.81	235.48	142.20	238.71	145.57	241.94
32	124.94	221.88	128.20	225.00	131.46	228.13	134.73	231.25	138.00	234.38
33	118.18	215.15	121.35	218.18	124.51	221.21	127.68	224.24	130.86	227.27
34	111.82	208.82	114.90	211.76	117.98	214.71	121.06	217.65	124.15	220.59
35	105.83	202.86	108.82	205.71	111.81	208.57	114.81	211.43	117.82	214.29
36	100.17	197.22	103.08	200.00	105.99	202.78	108.91	205.56	111.83	208.33
37	94.79	191.89	97.63	194.59	100.47	197.30	103.31	200.00	106.15	202.70
38	89.68	186.84	92.44	189.47	95.21	192.11	97.99	194.74	100.76	197.37
39	84.84	182.05	87.54	184.62	90.23	187.18	92.93	189.74	95.64	192.31
40	80.21	177.50	82.84	180.00	85.47	182.50	88.11	185.00	90.75	187.50
41	75.81	173.17	78.38	175.61	80.95	178.05	83.53	180.49	86.11	182.93

	76.		77.		78.		79.		80.	
26	196.01	292.31	200.00	296.15	204.01	300.00	208.02	303.85	212.01	307.69
27	185.23	281.48	189.09	285.19	192.95	288.89	196.81	292.59	200.67	296.30
28	175.19	271.43	178.92	275.00	182.64	278.57	186.38	282.14	190.09	285.71
29	165.85	262.07	169.45	265.52	173.06	268.97	176.66	272.41	180.26	275.86
30	157.12	253.33	160.61	256.67	164.10	260.00	167.59	263.33	171.08	266.67
31	148.94	245.16	152.32	248.39	155.70	251.61	159.09	254.84	162.46	258.06
32	141.27	237.50	144.55	240.63	147.81	243.73	151.12	246.88	154.38	250.00
33	134.03	230.30	137.22	233.33	140.40	236.36	143.59	239.39	146.77	242.42
34	127.23	223.53	130.33	226.47	133.42	229.41	136.52	232.35	139.61	235.29
35	120.81	217.14	123.82	220.00	126.84	222.86	129.85	225.71	132.85	228.57
36	114.75	211.11	117.68	213.89	120.62	216.67	123.55	219.44	126.47	222.22
37	109.01	205.41	111.86	208.11	114.71	210.81	117.57	213.51	120.42	216.22
38	103.53	200.00	106.31	202.63	109.09	205.26	111.88	207.89	114.67	210.53
39	98.34	194.87	101.06	197.44	103.77	200.00	106.49	202.56	109.20	205.13
40	93.39	190.00	96.04	192.50	98.69	195.00	101.35	197.50	103.99	200.00
41	88.69	185.37	91.27	187.80	93.85	190.24	96.45	192.68	99.03	195.12

	81.		82.		83.		84.		85.	
26	216.02	311.54	220.02	315.38	224.04	319.23	228.06	323.08	232.09	326.92
27	204.53	300.00	208.39	303.70	212.27	307.41	216.14	311.11	220.03	314.81
28	193.84	289.29	197.57	292.86	201.31	296.43	205.05	300.00	208.80	303.57
29	183.87	279.31	187.49	282.76	191.10	286.21	194.73	289.66	198.35	293.10
30	174.58	270.00	178.07	273.33	181.58	276.67	185.08	280.00	188.59	283.33
31	165.85	261.29	169.25	264.52	172.63	267.74	176.04	270.97	179.44	274.19
32	157.68	253.13	160.96	256.25	164.26	259.38	167.55	262.50	170.87	265.63
33	149.96	245.45	153.16	248.48	156.36	251.52	159.57	254.55	162.78	257.58
34	142.72	238.24	145.82	241.18	148.93	244.12	152.04	247.06	155.17	250.00
35	135.88	231.43	138.90	234.29	141.92	237.14	144.95	240.00	147.99	242.86
36	129.42	225.00	132.36	227.78	135.30	230.56	138.24	233.33	141.21	236.11
37	123.29	218.92	126.15	221.62	129.01	224.32	131.89	227.03	134.78	229.73
38	117.46	213.16	120.25	215.79	123.05	218.42	125.85	221.05	128.65	223.68
39	111.92	207.69	114.65	210.26	117.38	212.82	120.11	215.38	122.86	217.95
40	106.65	202.50	109.31	205.00	111.97	207.50	114.64	210.00	117.32	212.50
41	101.63	197.56	104.23	200.00	106.83	202.44	109.44	204.88	112.06	207.32

	86.		87.		88.		89.		90.	
26	236.12	330.77	240.15	334.62	244.19	338.46	248.24	342.31	252.31	346.15
27	223.93	318.52	227.81	322.22	231.17	325.93	235.62	329.63	239.54	333.33
28	212.57	307.14	216.32	310.71	220.09	314.29	223.86	317.86	227.66	321.43
29	201.99	296.55	205.62	300.00	209.26	303.45	212.91	306.90	216.59	310.35
30	192.12	286.67	195.63	290.00	199.16	293.33	202.70	296.67	206.25	300.00
31	182.86	277.42	186.27	280.65	189.69	283.87	193.12	287.10	196.57	290.32
32	174.17	268.75	177.49	271.88	180.80	275.00	184.14	278.13	187.48	281.25
33	166.00	260.61	169.21	263.64	172.43	266.67	175.67	269.70	178.92	272.73
34	158.29	252.94	161.41	255.88	164.55	258.82	167.69	261.76	170.87	264.71
35	151.03	245.71	154.07	248.57	157.12	251.43	160.18	254.29	163.26	257.14
36	144.17	238.89	147.13	241.67	150.10	244.44	153.08	247.22	156.08	250.00
37	137.66	232.43	140.55	235.14	143.44	237.84	146.35	240.54	149.27	243.24
38	131.48	226.32	134.29	228.95	137.11	231.58	139.94	234.21	142.79	236.84
39	125.60	220.51	128.35	223.08	131.10	225.64	133.87	228.21	136.65	230.77
40	120.00	215.00	122.68	217.50	125.37	220.00	128.07	222.50	130.79	225.00
41	114.67	209.76	117.29	212.20	119.91	214.63	122.55	217.07	125.21	219.51

	91.		92.		93.		94.		95.	
26	256.37	350.00	260.44	353.85	264.52	357.69	268.61	361.54	272.71	365.38
27	243.47	337.64	247.40	340.74	251.33	344.44	255.28	348.15	259.24	351.85
28	231.45	325.00	235.24	328.57	239.05	332.14	242.86	335.71	246.69	339.29
29	220.26	313.79	223.93	317.24	227.61	320.69	231.30	324.14	235.00	327.59
30	209.81	303.33	213.36	306.67	216.93	310.00	220.52	313.33	224.10	316.67
31	200.01	293.55	203.45	296.77	206.92	300.00	210.39	303.23	213.87	306.45
32	190.83	284.38	194.17	287.50	197.54	290.63	200.90	293.75	204.28	296.88
33	182.17	275.76	185.42	278.79	188.68	281.82	191.97	284.85	195.24	287.88
34	174.12	267.75	177.18	270.59	180.36	273.53	183.54	276.47	186.73	279.41
35	166.33	260.00	169.42	262.86	172.50	265.71	175.60	268.57	178.72	271.43
36	159.08	252.78	162.08	255.56	165.08	258.33	168.11	261.11	171.14	263.89
37	152.19	245.95	155.11	248.65	158.05	251.35	160.99	254.05	163.95	256.76
38	145.65	239.47	148.49	242.11	151.36	244.74	154.23	247.37	157.11	250.00
39	139.42	233.33	142.21	235.90	145.00	238.46	147.81	241.03	150.62	243.59
40	133.50	227.50	136.22	230.00	138.95	232.50	141.69	235.00	144.44	237.50
41	127.83	221.92	130.52	224.39	133.19	226.83	135.86	229.27	138.55	231.71

	96.		97.		98.		99.		100.	
26	276.81	369.23	280.97	373.08	285.13	376.92	289.33	380.77	293.54	384.62
27	263.21	355.56	267.22	359.26	271.23	362.96	275.30	366.67	279.36	370.37
28	250.53	342.86	254.40	346.43	258.29	350.00	262.22	353.57	266.15	357.14
29	238.72	331.03	242.47	334.48	246.24	337.93	250.04	341.38	253.85	344.83
30	227.69	320.00	231.34	323.33	235.00	326.67	238.68	330.00	242.37	333.33
31	217.36	309.68	220.89	312.90	224.43	316.13	228.02	319.36	231.60	322.08
32	207.68	300.00	211.10	303.13	214.54	306.25	218.03	309.38	221.51	312.50
33	198.54	290.91	201.87	293.94	205.21	296.97	208.60	300.00	211.99	303.03
34	189.95	282.35	193.19	285.29	196.44	288.24	199.74	291.18	203.04	294.12
35	181.82	274.29	184.98	277.14	188.15	280.00	191.37	282.86	194.58	285.71
36	174.18	266.67	177.26	269.44	180.35	272.22	183.49	275.00	186.62	277.78
37	166.92	259.46	169.91	262.16	172.93	264.86	175.99	267.57	179.05	270.27
38	160.01	252.63	162.94	255.26	165.88	257.89	168.87	260.53	171.86	263.16
39	153.46	246.15	156.32	248.72	159.19	251.28	162.11	253.85	165.03	256.41
40	147.21	240.00	150.00	242.50	152.81	245.00	155.67	247.50	158.52	250.00
41	141.25	234.15	143.99	236.59	146.74	239.02	149.53	241.46	152.32	243.90

	42.		43.		44.		45.		46.	
42	.	100.00	2.43	102.38	4.87	104.76	7.29	107.14	9.73	109.52
43	.	.	.	100.00	2.39	102.33	4.75	104.65	7.14	106.98
44	.	.	.	.	.	100.00	2.32	102.27	4.65	104.55
45	.	.	.	.	.	.	.	100.00	2.27	102.22
46	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00
	47.		48.		49.		50.		51.	
42	12.17	111.90	14.62	114.29	17.06	116.67	19.51	119.05	21.97	121.43
43	9.52	109.30	11.90	111.63	14.29	113.95	16.69	116.28	19.08	118.60
44	6.98	106.82	9.30	109.09	11.64	111.36	13.98	113.64	16.33	115.91
45	4.55	104.44	4.83	104.67	9.12	108.89	11.40	111.11	13.70	113.33
46	2.22	102.17	4.67	104.56	6.69	106.52	8.93	108.70	11.18	110.87
47	.	100.00	2.18	102.13	4.37	104.26	6.56	106.38	8.76	108.51
48	.	.	.	100.00	2.14	102.08	4.29	104.17	6.44	106.25
49	.	.	.	.	.	100.00	2.10	102.04	4.21	104.08
50	.	.	.	.	.	.	.	100.00	2.07	102.00
51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00
	52.		53.		54.		55.		56.	
42	24.43	123.81	26.89	126.19	29.34	128.57	31.81	130.95	34.28	133.33
43	21.49	120.93	23.90	123.26	26.29	125.58	28.71	127.91	31.12	130.23
44	18.67	118.18	21.02	120.45	23.37	122.73	25.73	125.00	28.09	127.27
45	17.00	115.56	18.30	117.78	20.59	120.00	22.89	122.22	25.20	124.44
46	13.42	113.04	15.67	115.22	17.91	117.39	20.18	119.57	22.43	121.74
47	10.96	110.64	13.16	112.77	15.35	114.89	17.57	117.02	19.78	119.15
48	8.59	108.33	10.76	110.42	12.91	112.50	15.07	114.58	17.24	116.67
49	6.32	106.12	8.43	108.16	10.54	110.20	12.66	112.24	14.79	114.29
50	4.14	104.00	6.21	106.00	8.27	108.00	10.35	110.00	12.43	112.00
51	2.03	101.96	4.05	103.92	6.08	105.88	8.12	107.84	10.16	109.80
52	.	100.00	1.99	101.92	3.98	103.85	5.98	105.77	7.97	107.69
53	.	.	.	100.00	1.95	101.89	3.91	103.77	5.87	105.66
54	.	.	.	.	.	100.00	1.92	101.85	3.85	103.70
55	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.89	101.82
56	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00
	57.		58.		59.		60.		61.	
42	36.75	135.71	39.24	138.10	41.71	140.48	44.19	142.86	46.67	145.24
43	33.53	132.56	35.95	134.88	38.38	137.21	40.59	139.53	43.22	141.86
44	30.45	129.55	32.82	131.82	35.18	134.09	37.55	136.36	39.92	138.64
45	27.51	126.67	29.83	128.89	32.14	131.11	34.46	133.33	36.78	135.56
46	24.69	123.91	26.96	126.09	29.22	128.26	31.48	130.43	33.76	132.61
47	21.99	121.28	24.20	123.40	26.43	125.53	28.65	127.66	30.87	129.79
48	19.40	118.75	21.57	120.83	23.75	122.92	25.92	125.00	28.09	127.08
49	16.91	116.33	19.04	118.37	21.17	120.41	23.30	122.45	25.43	124.49
50	14.51	114.00	16.60	116.00	18.69	118.00	20.78	120.00	22.86	122.00
51	12.19	111.76	14.25	113.73	16.30	115.69	18.34	117.65	20.39	119.61
52	9.98	109.62	11.99	111.54	13.99	113.46	16.00	115.38	18.01	117.31
53	7.84	107.55	9.80	109.43	11.78	111.32	13.75	113.21	15.72	115.09
54	5.78	105.56	7.72	107.41	9.65	109.26	11.58	111.11	13.52	112.96
55	3.78	103.64	5.68	105.45	7.58	107.27	9.48	109.09	11.38	110.91
56	1.86	101.79	3.72	103.57	5.59	105.36	7.45	107.14	9.32	108.93
57	.	100.00	1.83	101.75	3.67	103.51	5.50	105.26	7.34	107.02

	62.		63.		64.		65.		66.	
42	49.15	147.62	51.64	150.00	54.12	152.38	56.61	154.76	59.11	167.14
43	45.65	144.19	48.07	146.51	50.51	148.84	52.94	151.16	55.39	153.49
44	42.29	140.91	44.66	143.18	47.04	145.45	49.43	147.73	51.81	150.00
45	39.10	137.78	41.42	140.00	43.74	142.22	46.07	144.44	48.41	146.67
46	36.02	134.78	38.31	136.96	40.58	139.13	42.85	141.30	45.15	143.48
47	33.08	131.91	35.31	134.04	37.55	136.17	39.78	138.30	42.02	140.43
48	30.27	129.17	32.26	131.25	34.64	133.33	36.83	135.42	39.02	137.50
49	27.56	126.53	29.70	128.57	31.84	130.61	33.98	132.65	36.13	134.69
50	24.95	124.00	27.05	126.00	29.15	128.00	31.25	130.00	33.36	132.00
51	22.44	121.57	24.50	123.53	26.55	125.49	28.61	127.45	30.68	129.41
52	20.02	119.23	22.04	121.15	24.05	123.07	26.08	125.00	28.10	126.92
53	17.69	116.98	19.68	118.87	21.65	120.75	23.64	122.64	25.63	124.53
54	15.45	114.81	17.40	116.67	19.35	118.52	21.29	120.37	23.24	122.22
55	13.28	112.73	15.20	114.55	17.10	116.36	19.01	118.18	20.93	120.00
56	11.18	110.71	13.07	112.50	14.95	114.29	16.82	116.07	18.71	117.86
57	9.17	108.77	11.02	110.53	12.86	112.28	14.70	114.03	16.56	115.79
	67.		68.		69.		70.		71.	
42	61.61	159.52	64.10	161.90	66.61	164.29	69.12	166.67	71.63	169.05
43	57.83	155.81	60.27	158.14	62.71	160.47	65.16	162.79	67.62	165.12
44	54.20	152.27	56.59	154.55	58.98	156.82	61.37	159.09	63.77	161.36
45	50.75	148.89	53.08	151.11	55.42	153.33	57.77	155.56	60.12	157.78
46	47.43	145.65	49.72	147.83	52.00	150.00	54.30	152.17	56.60	154.35
47	44.25	142.55	46.49	144.68	48.74	146.81	50.99	148.94	53.23	151.06
48	41.21	139.58	43.41	141.67	45.60	143.75	47.80	145.83	50.01	147.92
49	39.27	137.73	40.44	138.78	42.59	140.82	44.75	142.86	46.91	144.90
50	35.47	134.00	37.57	136.00	39.68	138.00	41.80	140.00	43.92	142.00
51	32.75	131.37	34.81	133.33	36.88	135.29	38.96	137.25	41.05	139.22
52	30.14	128.85	32.17	130.77	34.19	132.69	36.24	134.62	38.27	136.54
53	27.62	126.41	29.61	128.30	31.60	130.19	33.60	132.07	35.61	133.96
54	25.20	124.07	27.16	125.93	29.11	127.78	31.08	129.63	33.04	131.48
55	22.86	121.82	24.78	123.64	26.69	125.45	28.62	127.27	30.56	129.09
56	20.59	119.64	22.48	121.43	24.36	123.21	26.26	125.00	28.16	126.79
57	18.41	117.54	20.27	119.30	22.12	121.05	23.98	122.80	25.85	124.56
	72.		73.		74.		75.		76.	
42	74.14	171.43	76.64	173.81	79.16	176.19	81.68	178.57	84.20	180.95
43	70.07	167.44	72.52	169.77	74.99	172.10	77.45	174.42	79.90	176.74
44	66.17	163.64	68.57	165.91	70.97	168.18	73.38	170.45	75.80	172.73
45	62.46	160.00	64.80	162.22	67.16	164.44	69.52	166.67	71.88	168.89
46	58.89	156.52	61.20	158.70	63.50	160.87	65.80	163.04	68.12	165.22
47	53.48	153.19	57.74	155.32	60.00	157.45	62.25	159.57	64.51	161.70
48	52.21	150.00	54.42	152.08	56.64	154.17	58.85	156.25	61.06	158.33
49	49.07	146.94	49.23	146.98	53.39	151.02	55.57	153.06	57.73	155.10
50	46.04	144.00	48.16	146.00	50.29	148.00	52.42	150.00	54.54	152.00
51	43.12	141.18	45.20	143.14	47.29	145.10	49.37	147.06	51.46	149.02
52	40.31	138.46	42.35	140.38	44.40	142.31	46.45	144.23	48.50	146.16
53	37.61	135.85	39.60	137.73	41.62	139.62	43.63	141.51	45.64	143.39
54	35.00	133.33	36.98	135.19	38.95	137.04	40.92	138.89	42.90	140.74
55	32.49	130.91	34.42	132.73	36.36	134.55	38.29	136.36	40.24	138.18
56	30.05	128.57	31.96	130.36	33.86	132.14	35.77	133.93	37.67	135.71
57	27.71	126.32	29.57	128.07	31.44	129.82	33.32	131.58	35.19	133.33

	77.		78.		79.		80.		81.	
42	86.72	183.33	89.25	185.71	91.80	188.10	94.32	190.48	96.86	192.86
43	82.38	179.07	84.86	181.40	87.33	183.72	89.80	186.05	92.28	188.37
44	78.21	175.00	80.63	177.27	82.06	179.55	85.47	181.82	87.89	184.09
45	74.24	171.11	76.61	173.33	78.99	175.56	81.34	177.78	83.72	180.00
46	70.43	167.39	72.75	169.57	75.08	171.74	77.38	173.91	79.71	176.09
47	66.78	163.83	69.06	165.96	71.34	168.09	73.59	170.21	75.87	172.34
48	63.29	160.42	65.51	162.50	67.74	164.58	69.96	166.67	72.19	168.75
49	59.91	157.14	62.09	159.18	64.28	161.22	66.46	163.27	68.65	165.31
50	56.68	154.00	58.82	156.00	60.97	158.00	63.10	160.00	65.25	162.00
51	53.56	150.98	55.66	152.94	57.76	154.90	59.85	156.86	61.96	158.82
52	50.56	148.08	52.62	150.00	54.68	151.92	56.74	153.85	58.80	155.77
53	47.66	145.28	49.69	147.17	51.71	149.05	53.73	150.94	55.76	152.83
54	44.88	142.59	46.87	144.44	48.87	146.30	50.84	148.15	52.84	150.00
55	42.19	140.00	44.14	141.82	46.10	143.64	48.03	145.45	50.00	147.27
56	39.59	137.50	41.51	139.29	43.43	141.07	45.34	142.86	47.26	144.64
57	37.08	135.09	38.96	136.84	40.86	138.60	42.73	140.35	44.63	142.11

	82.		83.		84.		85.		86.	
42	99.39	195.24	101.93	197.62	104.48	200.00	107.04	202.38	109.60	204.76
43	94.76	190.70	97.24	193.02	99.74	195.35	102.23	197.67	104.74	200.00
44	90.32	186.36	92.75	188.64	95.19	190.91	97.63	193.18	100.08	195.45
45	86.09	182.22	88.47	184.44	90.86	186.67	93.26	188.89	95.65	191.11
46	82.04	178.26	84.36	180.43	86.70	182.61	89.05	184.78	91.40	186.96
47	78.15	174.47	80.44	176.60	82.72	178.72	85.02	180.85	87.32	182.98
48	74.42	170.83	76.67	172.92	78.91	175.00	81.16	177.08	83.42	179.17
49	70.84	167.35	73.03	169.39	75.23	171.43	77.44	173.47	79.69	175.51
50	67.39	164.00	69.54	166.00	71.70	168.00	73.87	170.00	76.04	172.00
51	64.06	160.78	66.18	162.75	68.30	164.71	70.43	166.67	72.55	168.63
52	60.87	157.69	62.95	159.62	65.02	161.54	67.11	163.46	69.19	165.38
53	57.79	154.71	59.82	156.60	61.87	158.49	63.92	160.38	65.97	162.26
54	54.83	151.85	56.82	153.70	58.84	155.56	60.85	157.41	62.86	159.26
55	51.96	149.09	53.92	150.91	55.89	152.73	57.88	154.55	59.85	156.36
56	49.19	146.43	51.11	148.21	53.05	150.00	55.01	151.79	56.95	153.57
57	46.52	143.86	48.41	145.61	50.32	147.37	52.23	149.12	54.15	150.88

	87.		88.		89.		90.		91.	
42	112.15	207.14	114.72	209.52	117.30	211.90	119.91	214.29	122.50	216.67
43	107.25	202.33	109.75	204.65	112.28	206.98	114.82	209.30	117.35	211.63
44	102.54	197.73	104.99	200.00	107.46	202.27	109.95	204.55	112.43	206.82
45	98.05	193.33	100.46	195.56	102.87	197.78	105.31	200.00	107.73	202.22
46	93.74	189.13	96.10	191.30	98.47	193.48	100.85	195.65	103.24	197.83
47	89.63	185.11	91.93	187.23	94.25	189.36	96.59	191.49	98.92	193.62
48	85.67	181.25	87.93	183.33	90.21	185.42	92.50	187.50	94.79	189.59
49	81.86	177.55	84.08	179.59	86.31	181.63	88.56	183.67	90.80	185.71
50	78.21	174.00	80.39	176.00	82.57	178.00	84.78	180.00	86.98	182.00
51	74.68	170.59	76.82	172.55	78.96	174.51	81.13	176.47	83.29	178.43
52	71.29	167.31	73.39	169.23	75.49	171.15	77.62	173.07	79.74	175.00
53	68.02	164.15	70.08	166.04	72.15	167.92	74.24	169.81	76.33	171.70
54	64.88	161.11	66.90	162.96	68.93	164.81	71.00	166.67	73.04	168.52
55	61.83	158.18	63.82	160.00	65.82	161.82	67.85	163.64	69.85	165.45
56	58.90	155.36	60.85	157.14	62.82	158.93	64.80	160.71	66.78	162.50
57	56.06	152.63	57.99	154.39	59.92	156.14	61.87	157.89	63.82	159.65

	68.		69.		70.		71.		72.	
58	18.81	117.24	19.94	118.97	21.77	120.69	23.60	122.41	25.44	124.14
59	16.03	115.25	17.83	116.95	19.63	118.64	21.43	120.34	23.23	122.03
60	14.03	113.33	15.79	115.00	17.57	116.67	19.33	118.33	21.11	120.00
61	12.09	111.48	13.81	113.11	15.56	114.75	17.30	116.39	19.05	118.03
62	10.21	109.68	11.91	111.29	13.63	112.90	15.35	114.52	17.06	116.13
63	8.38	107.94	10.05	109.52	1.74	111.11	13.44	112.70	15.13	114.29
64	6.60	106.25	8.25	107.81	9.92	109.38	11.59	110.94	13.25	112.50
65	4.89	104.62	6.51	106.15	8.15	107.69	9.79	109.23	11.43	110.77
66	3.21	103.03	4.81	104.55	6.42	106.06	8.04	107.58	9.65	109.09
67	1.58	101.49	3.16	102.99	4.75	104.48	6.34	105.97	7.92	107.46
68	.	100.00	1.55	101.47	3.12	102.94	4.69	104.41	6.25	105.88
69	.	.	.	100.00	1.54	101.45	3.09	102.90	4.63	104.35
70	.	.	.	.	.	100.00	1.42	101.43	3.05	102.86
71	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.50	101.41
72	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00

	73.		74.		75.		76.		77.	
58	27.26	125.86	29.10	127.58	30.95	129.31	32.79	131.03	34.65	132.76
59	25.09	123.73	26.84	125.42	28.66	127.12	30.47	128.81	32.29	130.51
60	22.88	121.67	24.66	123.33	26.45	125.00	29.23	127.67	30.02	128.33
61	20.79	119.67	22.55	121.31	24.30	122.95	26.06	124.59	27.82	126.23
62	18.78	117.74	20.50	119.35	22.23	120.97	23.96	122.58	25.69	124.19
63	16.81	115.87	18.51	117.46	20.21	119.05	21.90	120.63	23.62	122.22
64	14.92	114.07	16.59	115.63	18.26	117.19	19.93	118.75	21.62	120.32
65	13.06	112.31	14.71	113.85	16.35	115.38	18.00	116.92	19.66	118.46
66	11.27	110.61	12.88	112.12	14.51	113.64	16.13	115.15	17.77	116.67
67	9.52	108.96	11.12	110.45	12.71	111.94	14.31	113.43	15.93	114.93
68	7.82	107.35	9.39	108.82	10.97	110.29	12.54	111.76	14.14	113.24
69	6.18	105.80	7.73	107.25	9.29	108.70	10.83	110.14	12.39	111.59
70	4.57	104.29	6.09	105.71	7.62	107.14	9.16	108.57	10.70	110.00
71	3.00	102.82	4.51	104.23	6.02	105.63	7.53	107.04	9.05	108.45
72	1.48	101.39	2.97	102.78	4.46	104.17	5.95	105.56	7.44	106.94
73	.	100.00	1.47	101.37	2.94	102.74	4.41	104.11	5.89	105.48

	78.		79.		80.		81.		82.	
58	36.50	134.48	32.36	136.21	40.20	137.93	42.06	139.65	42.93	141.38
59	34.11	132.20	35.95	133.90	37.75	135.59	39.59	137.29	41.42	138.98
60	31.81	130.00	33.62	131.67	35.39	133.33	37.20	135.00	39.00	136.67
61	29.59	127.87	31.36	129.51	33.11	131.15	34.89	132.79	36.66	134.43
62	27.43	125.81	29.17	127.42	30.90	129.03	32.65	130.65	34.39	132.26
63	25.33	123.81	27.05	125.40	28.74	126.98	30.46	128.57	32.19	130.16
64	23.30	121.88	24.99	123.44	26.66	125.00	28.35	126.56	30.05	128.13
65	21.32	120.00	22.99	121.54	24.64	123.08	26.31	124.62	28.08	126.26
66	19.40	118.18	21.04	119.70	22.66	121.21	24.31	122.73	25.95	124.24
67	17.53	116.42	19.15	117.91	20.75	119.40	22.38	120.90	23.99	122.39
68	15.72	114.71	17.32	116.18	18.89	117.65	20.49	119.12	22.09	120.59
69	13.96	113.04	15.53	114.49	17.09	115.94	18.66	117.39	20.23	118.84
70	12.24	111.43	13.80	112.86	15.33	114.29	16.87	115.71	18.42	117.14
71	10.57	109.86	12.10	111.27	13.61	112.68	15.14	114.08	16.67	115.49
72	8.94	108.33	10.45	109.72	11.94	111.11	13.45	112.50	14.96	113.89
73	7.37	106.85	8.85	108.22	10.32	109.59	11.81	110.96	13.30	112.33

	83.		84.		85.		86.		87.	
58	45.79	143.10	47.66	144.83	49.54	146.55	51.43	148.28	53.31	150.00
59	43.26	140.68	45.09	142.37	46.95	144.07	48.80	145.76	50.65	147.46
60	30.80	138.33	42.62	140.00	44.44	141.67	46.26	143.33	48.08	145.00
61	38.44	136.07	40.21	137.70	42.01	139.34	43.80	140.98	45.59	142.62
62	36.14	133.87	37.89	135.48	39.66	137.10	40.43	138.71	43.19	140.32
63	33.91	131.75	35.63	133.33	37.27	134.82	39.11	136.56	40.86	138.10
64	31.74	129.69	33.44	131.25	35.15	132.81	36.87	134.38	38.58	135.94
65	29.64	127.69	31.32	129.23	33.01	130.77	34.70	132.31	36.39	133.85
66	27.60	125.76	29.23	127.27	30.91	128.79	32.57	130.30	34.24	131.82
67	25.61	123.88	27.23	125.37	28.88	126.87	30.52	128.36	32.15	129.85
68	23.68	122.06	25.29	123.53	26.90	125.00	28.52	126.47	30.13	127.94
69	21.81	120.29	23.39	121.74	24.99	123.19	26.58	124.64	28.18	126.09
70	19.98	118.57	21.54	120.00	23.11	121.43	24.69	122.86	26.26	124.29
71	18.20	116.90	19.74	118.31	21.29	119.72	22.84	121.13	24.39	122.54
72	16.47	115.28	17.99	116.67	19.52	118.06	21.04	119.44	22.57	120.83
73	14.79	113.70	16.29	115.07	17.80	116.44	19.31	117.81	20.82	119.18

	88.		89.		90.		91.		92.	
58	55.20	151.72	57.11	153.45	59.02	155.17	60.94	156.90	62.86	158.62
59	52.51	149.15	54.39	150.85	56.28	152.54	58.16	154.24	60.05	155.93
60	49.92	146.67	51.75	148.33	53.62	150.00	55.48	151.67	57.33	153.33
61	47.40	144.26	49.21	145.90	51.05	147.54	52.87	149.18	54.71	150.82
62	44.97	141.94	46.76	143.55	48.56	145.16	50.35	146.77	52.17	148.39
63	42.60	139.68	44.36	141.27	46.14	142.86	47.90	144.04	49.68	146.03
64	40.31	137.50	42.05	139.07	43.80	140.63	45.55	142.20	47.30	143.76
65	38.08	135.38	39.78	136.92	41.52	138.46	43.23	140.00	44.96	141.54
66	35.91	133.33	37.59	134.85	39.29	136.36	40.99	137.88	42.69	139.39
67	33.80	131.34	35.47	132.84	37.15	134.33	38.81	135.82	40.49	137.31
68	31.76	129.41	33.39	130.88	35.05	132.35	36.70	133.82	38.35	135.29
69	29.76	127.54	31.39	128.99	33.02	130.43	34.64	131.88	36.28	133.33
70	27.83	125.71	29.42	127.14	31.04	128.57	32.64	130.00	34.25	131.43
71	25.95	123.94	27.52	125.35	29.11	126.76	30.69	128.17	32.28	129.58
72	24.11	122.22	25.66	123.61	27.24	125.00	28.80	126.39	30.37	127.78
73	22.34	120.55	23.86	121.92	25.41	123.29	26.95	124.66	28.50	126.03

	93.		94.		95.		96.		97.	
58	64.79	160.34	66.74	162.07	68.69	163.79	70.66	165.52	72.65	167.24
59	61.96	157.63	63.86	159.32	65.79	161.02	67.73	162.71	69.69	164.41
60	59.21	155.00	61.09	156.67	62.98	158.33	64.49	160.00	66.82	161.67
61	56.55	152.46	58.41	154.10	60.27	155.74	62.15	157.38	64.05	159.02
62	53.98	150.00	55.80	151.61	57.65	153.23	59.15	154.84	61.37	156.45
63	51.48	147.62	53.28	149.21	55.08	150.79	56.91	152.38	58.76	154.97
64	49.06	145.32	50.84	146.89	52.62	148.45	54.41	150.01	56.23	151.77
65	46.70	143.08	48.45	144.62	50.20	146.15	51.98	147.69	53.78	149.23
66	44.41	140.91	46.12	142.42	47.86	143.94	49.61	145.45	51.39	146.97
67	42.18	138.81	43.88	140.30	45.59	141.79	47.32	143.28	49.07	144.78
68	40.02	136.76	41.70	138.24	43.39	139.71	45.09	141.18	46.81	142.65
69	37.92	134.78	39.58	136.23	41.24	137.68	42.92	139.13	44.63	140.58
70	35.88	132.86	37.51	134.25	39.14	135.71	40.82	137.14	42.49	138.57
71	33.88	130.99	35.48	132.35	37.11	133.80	38.75	135.21	40.41	136.62
72	31.95	129.17	33.54	130.56	35.13	131.94	36.75	133.33	38.39	134.72
73	30.06	127.40	31.63	128.77	33.21	130.14	34.40	131.51	35.43	132.88

		98.		99.		100.					
58	74.67	168.97	76.73	170.69	78.78	172.41					
59	71.67	166.10	73.70	167.80	75.73	169.49					
60	68.79	163.33	70.78	165.00	72.77	166.67					
61	65.98	160.66	67.95	162.29	69.92	163.93					
62	63.27	158.06	65.21	159.68	67.15	161.29					
63	60.63	155.56	62.53	157.14	64.46	158.73					
64	58.08	153.14	59.97	154.70	61.85	156.26					
65	55.60	150.77	57.46	152.31	59.32	153.85					
66	53.18	148.48	55.03	150.00	56.86	151.52					
67	50.84	146.27	52.65	147.76	54.47	149.25					
68	48.56	144.12	50.35	145.59	52.14	147.06					
69	45.35	142.03	48.12	143.48	49.89	144.93					
70	44.19	140.00	45.94	141.43	47.68	142.86					
71	42.09	138.03	43.82	139.44	45.54	140.85					
72	40.05	136.11	41.76	137.50	43.46	138.89					
73	38.06	134.25	39.75	135.62	41.43	136.99					
		74.		75.		76.		77.		78.	
74	.	100.00	1.45	101.35	2.90	102.70	4.35	104.05	5.82	105.40	
75	.	.	.	100.00	1.43	101.33	2.87	102.67	4.31	104.00	
76	.	.	.	.	.	100.00	1.42	101.32	1.84	101.63	
77	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.40	101.30	
78	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.01	
		79.		80.		81.		82.		83.	
74	7.29	106.76	8.74	108.11	10.21	109.46	11.67	110.81	13.14	112.16	
75	5.76	105.33	7.19	106.67	8.64	108.00	10.08	109.33	11.54	110.67	
76	4.27	103.95	5.68	105.26	7.12	106.58	8.54	107.89	9.98	109.21	
77	2.82	102.60	4.21	103.90	5.62	105.19	7.03	106.49	8.44	107.79	
78	1.39	101.28	2.76	102.56	4.17	103.85	5.56	105.13	6.95	106.41	
79	.	100.00	1.36	101.27	2.73	102.53	4.11	103.80	5.48	105.06	
80	.	.	.	100.00	1.36	101.25	2.72	102.50	4.08	103.75	
81	.	.	.	.	.	100.00	1.34	101.23	2.69	102.47	
82	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.33	101.22	
83	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00	
		84.		85.		86.		87.		88.	
74	14.62	113.51	16.11	114.86	17.60	116.22	19.09	117.57	20.59	118.92	
75	13.00	112.00	14.46	113.33	15.94	114.67	17.41	116.00	18.88	117.33	
76	11.42	110.53	12.87	111.84	14.32	113.16	15.77	114.47	17.23	115.79	
77	9.87	109.09	11.30	110.39	12.73	111.69	14.17	112.99	15.61	114.29	
78	8.35	107.69	9.77	108.97	11.19	110.26	12.60	111.54	14.02	112.82	
79	6.88	106.33	8.27	107.59	9.67	108.86	11.07	110.13	12.47	111.39	
80	5.45	105.00	6.83	106.25	8.21	107.50	9.59	108.75	10.98	110.00	
81	4.03	103.70	5.40	104.94	6.76	106.17	8.13	107.41	9.50	108.64	
82	2.66	102.44	4.01	103.66	5.36	104.88	6.71	106.10	9.06	107.32	
83	1.32	101.20	2.65	102.41	3.98	103.61	5.31	104.82	6.65	106.02	
84	.	100.00	1.31	101.19	2.63	102.38	3.94	103.57	5.27	104.76	
85	.	.	.	100.00	1.30	101.18	2.60	102.35	3.01	103.53	
86	.	.	.	.	.	100.00	1.28	101.16	2.58	102.33	
87	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.28	101.15	
88	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00	

	89.		90.		91.		92.	
74	22.10	120.27	23.62	121.62	25.14	122.97	26.67	124.32
75	20.38	118.67	21.89	120.00	23.38	121.33	24.90	122.67
76	18.70	117.10	20.19	118.42	21.68	119.74	23.16	121.05
77	17.05	115.58	18.53	116.88	19.99	118.18	21.47	119.48
78	15.46	114.10	16.91	115.38	18.36	116.67	19.81	117.95
79	13.89	112.66	15.32	113.92	16.75	115.19	18.19	116.46
80	12.38	111.25	13.80	112.50	15.21	113.75	16.63	115.00
81	10.89	109.88	12.29	111.11	13.68	112.35	15.08	113.58
82	9.43	108.54	10.82	109.76	12.20	110.98	13.58	112.20
83	8.00	107.23	9.37	108.43	10.74	109.64	12.10	110.84
89	6.60	105.95	7.96	107.14	9.30	108.33	10.66	109.52
85	5.23	104.71	6.57	105.88	7.90	107.06	9.24	108.24
86	3.88	103.49	5.21	104.65	6.52	105.81	7.85	106.98
87	2.57	102.30	3.88	103.45	5.18	104.60	6.49	105.75
88	1.28	101.14	2.57	102.27	3.86	103.41	5.15	104.55
89	.	100.00	1.28	101.12	2.56	102.25	3.83	103.37
	93.		94.		95.		96.	
74	28.22	125.68	29.76	127.03	31.32	128.38	32.90	129.73
75	26.42	124.00	27.94	125.33	29.49	126.67	31.04	128.00
76	24.67	122.37	26.17	123.68	27.70	125.00	29.23	126.32
77	22.95	120.78	24.44	122.08	25.95	123.38	27.47	124.68
78	21.28	119.23	22.75	120.51	24.23	121.79	25.74	123.08
79	19.63	117.72	21.10	118.99	22.56	120.25	24.04	121.52
80	18.06	116.25	19.50	117.50	20.95	118.75	22.42	120.00
81	16.49	114.81	17.92	116.05	19.35	117.28	20.80	118.52
82	14.97	113.41	16.38	114.63	17.79	115.85	19.23	117.07
83	13.49	112.05	14.87	113.25	16.28	114.46	17.69	115.66
84	12.02	110.71	13.40	111.90	14.79	113.10	16.19	114.29
85	10.58	109.41	11.95	110.59	13.31	111.76	14.70	112.94
86	9.18	108.14	10.52	109.30	11.88	110.47	13.25	111.63
87	7.81	106.90	9.14	108.05	10.48	109.20	11.84	110.34
88	6.45	105.68	7.77	106.82	9.09	107.95	10.44	109.09
89	5.12	104.49	6.43	105.62	7.73	106.74	9.05	107.87
	97.		98.		99.		100.	
74	34.50	131.08	36.12	132.43	37.79	133.78	39.45	135.14
75	32.62	129.33	34.22	130.67	35.87	132.00	37.51	133.33
76	30.80	127.63	32.38	128.95	34.01	130.26	35.63	131.58
77	29.01	125.97	30.58	127.27	32.18	128.57	33.79	129.87
78	27.27	124.36	28.81	125.64	30.40	126.92	31.99	128.21
79	25.58	122.78	27.08	124.05	28.65	125.32	30.22	126.58
80	23.91	121.25	25.42	122.50	26.98	123.75	28.53	125.00
81	22.28	119.75	23.77	120.99	25.31	122.22	26.85	123.46
82	20.69	118.29	22.17	119.51	23.68	120.73	25.21	121.85
83	19.14	116.87	20.60	118.07	22.11	119.28	23.61	120.48
84	17.61	115.48	19.06	116.67	20.55	117.86	22.04	119.05
85	16.11	114.12	17.54	115.29	19.02	116.47	20.49	117.65
86	14.65	112.79	16.06	113.95	17.52	115.12	18.98	116.28
87	13.22	111.49	14.62	112.64	16.07	113.79	17.51	114.94
88	11.80	110.23	13.19	111.36	14.62	112.50	16.05	113.64
89	10.42	108.99	11.79	110.11	13.21	111.24	14.62	112.36

	90.		91.		92.		93.		94.		95.	
90	.	100.0	1.26	101.11	2.52	102.22	3.80	103.33	5.08	104.44	6.39	105.56
91	.	.	.	100.0	1.25	101.10	2.52	102.20	3.79	103.30	5.07	104.40
92	.	.	.	.	.	100.00	1.25	101.09	2.51	102.17	3.78	103.26
93	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.25	101.08	2.50	102.15
94	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.24	101.06
95	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100.00

	96.		97.		98.		99.		100.	
90	7.70	106.67	9.04	107.78	10.40	108.89	11.80	110.00	13.20	111.11
91	6.36	105.49	7.69	106.59	9.04	107.69	10.42	108.79	11.81	109.89
92	5.06	104.35	6.37	105.43	7.70	106.52	9.08	107.61	10.45	108.70
93	3.77	103.23	5.07	104.30	6.39	105.38	7.75	106.45	9.11	107.53
94	2.51	102.13	3.79	103.19	5.10	104.26	6.44	105.32	7.79	106.38
95	1.25	101.05	2.52	102.11	3.81	103.16	5.15	104.21	6.48	105.26
96	.	100.00	1.26	101.04	2.54	102.08	3.86	103.13	5.18	104.16
97	.	.	.	100.00	1.26	101.03	2.57	102.06	3.88	103.09
98	.	.	.	.	.	100.00	1.30	101.02	2.59	102.04
99	.	.	.	.	.	.	.	100.00	1.28	101.01
100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gewichtsprocente.

Reductionstafeln

für die Anzeigen des Alcoholometers bei Temperaturen, die von der Normaltemperatur abweichen.

Normaltemperatur 12,4° R.

Die Alcoholometer sind von Messing oder einer ähnlichen Metallmischung gefertigt, deren cubische Ausdehnung für jeden Grad Réaumur 0,0000715 beträgt.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1911

1911

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1911

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

Für messingene Alcoholometer.

Tafel VI. Zur Bestimmung des wahren Procentgehalts an Alcohol bei der Normaltemperatur aus dem scheinbaren Procentgehalt, den das Alcoholometer bei verschiedenen Temperaturen anzeigt.

Tempe- ratur R.	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
0	.	1.0	2.0	3.0	4.1	5.2	6.3	7.4	8.4	9.6	10.8	12.0	13.5	14.9	16.3
+1	.	1.1	2.1	3.1	4.2	5.2	6.3	7.4	8.4	9.6	10.8	12.0	13.4	14.8	16.1
2	.	1.1	2.1	3.2	4.2	5.2	6.3	7.4	8.4	9.6	10.8	12.0	13.4	14.7	16.0
3	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4	7.5	8.5	9.7	10.8	12.0	13.2	14.5	15.8
4	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4	7.5	8.5	9.7	10.8	12.0	13.2	14.4	15.6
5	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4	7.5	8.5	9.6	10.7	11.9	13.1	14.3	15.5
6	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4	7.5	8.4	9.5	10.6	11.7	12.9	14.3	15.3
7	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.3	7.4	8.4	9.5	10.6	11.7	12.8	14.1	15.1
8	.	1.2	2.2	3.2	4.2	5.3	6.3	7.4	8.3	9.4	10.5	11.6	12.7	13.8	15.0
9	.	1.1	2.2	3.2	4.2	5.2	6.3	7.4	8.4	9.4	10.4	11.4	12.5	13.6	14.7
10	.	1.1	2.1	3.1	4.2	5.2	6.2	7.3	8.2	9.3	10.3	11.3	12.4	13.4	14.5
11	.	1.0	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.3
12	.	1.0	2.0	3.0	4.1	5.1	6.0	7.1	8.0	9.0	10.1	11.1	12.0	13.1	14.1
13	.	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.9	12.9	13.8
14	.	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.7	8.7	9.7	10.7	11.7	12.6	13.6
15	.	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.7	6.6	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.4	13.4
16	.	0.6	1.7	2.7	3.7	4.7	5.6	6.5	7.5	8.5	9.4	10.3	11.2	12.2	13.2
17	.	0.4	1.6	2.6	3.5	4.5	5.4	6.4	7.3	8.3	9.2	10.1	11.0	12.0	12.9
18	.	0.3	1.4	2.4	3.4	4.4	5.3	6.2	7.1	8.1	9.0	9.9	10.8	11.7	12.7
19	.	0.2	1.4	2.4	3.3	4.2	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.7	10.6	11.5	12.4
20	.	0.2	1.2	2.0	3.1	4.0	5.0	5.9	6.8	7.7	8.7	9.6	10.5	11.3	12.3
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tempe- ratur R.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33.9	34.9	36.0	37.0
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33.4	34.4	35.5	36.4
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33.0	34.0	35.0	36.0
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32.4	33.4	34.5	35.5
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32.0	33.0	34.1	35.1
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.6	32.5	33.6	34.6
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.0	32.0	33.1	34.1
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30.6	31.6	32.6	33.6
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	31.1	31.1	32.2	33.2
—1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29.7	30.7	31.8	32.7
0	17.8	19.2	20.7	22.0	23.4	24.7	26.0	27.2	28.2	29.3	30.2	31.3	32.2
+1	17.6	19.1	20.4	21.6	23.0	24.2	25.6	26.7	27.8	28.8	29.8	31.0	31.9
2	17.4	18.7	20.0	21.3	22.6	23.8	25.2	26.3	27.3	28.4	29.4	30.5	31.5
3	17.2	18.5	19.7	21.0	22.2	23.5	24.7	25.9	26.9	28.0	28.9	30.1	31.1
4	17.0	18.2	19.4	20.6	21.8	23.0	24.4	25.4	26.5	27.5	28.5	29.7	30.6
5	16.9	18.0	19.1	20.3	21.5	22.6	24.0	25.0	26.1	27.1	28.1	29.2	30.2
6	16.5	17.7	18.9	19.9	21.2	22.3	23.5	24.6	25.6	26.7	27.6	28.8	29.7
7	16.3	17.5	18.6	19.6	20.8	21.9	23.1	24.2	25.2	26.3	27.2	28.4	29.3
8	16.1	17.1	18.3	19.2	20.4	21.5	22.7	23.7	24.8	25.8	26.8	27.9	28.9
9	15.9	16.8	17.9	18.9	20.1	21.2	22.3	23.3	24.3	25.4	26.4	27.5	28.4
10	15.7	16.6	17.7	18.6	19.7	20.9	21.9	23.0	23.9	25.0	25.9	27.1	28.0
11	15.4	16.3	17.3	18.4	19.4	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.6	27.6
12	15.2	16.1	17.1	18.1	19.2	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2
13	14.9	15.8	16.9	17.8	18.8	19.8	20.8	21.9	22.8	23.8	24.8	25.8	26.8
14	14.7	15.6	16.6	17.5	18.5	19.5	20.5	21.4	22.4	23.4	24.4	25.4	26.4
15	14.5	15.3	16.3	17.2	18.0	19.2	20.1	21.1	22.0	23.1	24.0	25.0	26.0
16	14.2	15.0	16.0	16.9	17.9	18.8	19.7	20.7	21.6	22.7	23.5	24.6	25.6
17	14.0	14.7	15.7	16.6	17.6	18.5	19.3	20.3	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2
18	13.7	14.4	15.3	16.3	17.2	18.2	19.0	19.9	20.9	21.9	22.8	23.8	24.8
19	13.5	14.1	15.1	15.9	16.9	17.8	18.7	19.6	20.5	21.5	22.3	23.4	24.4
20	13.2	13.8	14.8	15.6	16.6	17.5	18.3	19.3	20.1	21.1	21.9	23.0	24.0
21	.	.	.	.	16.2	17.2	18.0	18.9	19.8	20.7	21.6	22.6	23.5
22	.	.	.	.	15.9	16.8	17.6	18.5	19.4	20.3	21.2	22.2	23.1
23	.	.	.	.	15.5	16.5	17.2	18.2	19.0	20.0	20.8	21.8	22.7
24	.	.	.	.	15.2	16.2	16.8	17.8	18.6	19.6	20.4	21.4	22.3
+25	.	.	.	.	14.9	15.7	16.5	17.4	18.3	19.2	20.0	21.0	21.8

Tempe- ratur R.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	38.0	38.8	39.7	40.8	41.7	42.6	43.5	44.5	45.5	46.3	47.3	48.3	49.2
9	37.4	38.4	39.3	40.3	41.2	42.2	43.1	44.0	45.0	45.8	46.8	47.8	48.8
8	37.0	37.9	38.8	39.8	40.8	41.7	42.6	43.5	44.5	45.5	46.4	47.4	48.4
7	36.5	37.4	38.4	39.4	40.3	41.2	42.1	43.1	44.0	45.0	45.9	46.9	47.9
6	36.1	37.0	37.9	38.9	39.9	40.8	41.7	42.7	43.6	44.6	45.6	46.3	47.5
5	35.6	36.5	37.4	38.5	39.4	40.4	41.3	42.3	43.3	44.1	45.1	46.0	47.1
4	35.2	36.1	37.0	38.0	38.9	40.0	40.8	41.8	42.8	43.7	44.7	45.7	46.7
3	34.7	35.6	36.6	37.6	38.5	39.5	40.4	41.4	42.3	43.4	44.3	45.3	46.3
2	34.3	35.2	36.1	37.1	38.0	39.0	40.0	41.0	41.9	43.0	43.9	44.9	45.9
—1	33.8	34.7	35.6	36.6	37.6	38.6	39.5	40.5	41.6	42.6	43.6	44.5	45.6
0	33.4	34.3	35.3	36.3	37.2	38.2	39.2	40.2	41.2	42.2	43.2	44.1	45.2
+1	33.0	33.9	34.8	35.8	36.9	37.8	38.8	39.7	40.7	41.8	42.7	43.8	44.8
2	32.6	33.5	34.4	35.4	36.4	37.4	38.3	39.3	40.4	41.4	42.3	43.4	44.3
3	32.1	33.1	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0
4	31.7	32.7	33.6	34.6	35.6	36.6	37.5	38.5	39.5	40.6	41.6	42.5	43.6
5	31.3	32.2	33.1	34.2	35.2	36.2	37.1	38.2	39.1	40.1	41.1	42.1	43.1
6	30.8	31.8	32.7	33.8	34.8	35.8	36.7	37.7	38.6	39.6	40.7	41.7	42.7
7	30.4	31.4	32.2	33.3	34.3	35.3	36.3	37.2	38.3	39.3	40.3	41.3	42.3
8	29.9	30.9	31.8	32.9	33.9	34.9	35.9	36.8	37.8	38.8	39.8	40.9	41.9
9	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.4	38.4	39.5	40.5	41.4
10	29.1	30.0	31.0	32.1	33.1	34.1	35.1	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0
11	28.6	29.6	30.6	31.7	32.6	33.6	34.6	35.6	36.6	37.6	38.6	39.7	40.6
12	28.2	29.2	30.1	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.2	37.2	38.2	39.2	40.2
13	27.8	28.7	29.7	30.8	31.6	32.7	33.7	34.7	35.7	36.7	37.7	38.7	39.8
14	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.4	34.3	35.3	36.3	37.4	38.4	39.4
15	26.9	27.9	28.8	29.9	30.9	31.9	32.9	33.8	34.9	35.9	36.9	37.9	38.9
16	26.6	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.5	34.5	35.5	36.6	37.5	38.6
17	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	32.1	33.1	34.1	35.1	36.1	37.1	38.1
18	25.8	26.7	27.6	28.7	29.7	30.6	31.7	32.7	33.6	34.6	35.6	36.7	37.6
19	25.4	26.2	27.2	28.3	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.2	35.2	36.3	37.3
20	24.9	25.8	26.8	27.8	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.8	35.8	36.8
21	24.5	25.4	26.3	27.4	28.3	29.3	30.4	31.3	32.4	33.4	34.4	35.4	36.4
22	24.1	24.9	25.9	27.0	27.9	28.9	29.9	30.9	32.0	32.9	33.9	34.9	35.9
23	23.6	24.5	25.5	26.5	27.5	28.4	29.5	30.5	31.6	32.6	33.6	34.6	35.6
24	23.2	24.1	25.0	26.1	27.1	27.9	29.3	30.1	31.2	32.1	33.1	34.1	35.1
+25	22.8	23.7	24.6	25.7	26.6	27.6	28.6	29.7	30.7	31.7	32.7	33.7	34.7

Tempe- ratur R.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.	51.	52.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	50.1	51.1	52.1	53.0	54.0	55.0	55.9	56.7	58.0	58.9	60.0	60.9
9	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.6	56.5	57.7	58.6	59.6	60.6
8	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.2	56.1	57.2	58.2	59.2	60.2
7	48.8	49.8	50.8	51.8	52.6	53.8	54.8	55.7	56.8	57.9	58.9	59.9
6	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4	55.3	56.4	57.5	58.5	59.4
5	48.1	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.1	59.0
4	47.7	48.7	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6	54.6	55.7	56.7	57.8	58.7
3	47.3	48.3	49.2	50.2	51.2	52.2	53.2	54.2	55.3	56.3	57.4	58.3
2	46.9	47.9	48.9	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.9	55.9	56.9	57.9
-1	46.5	47.5	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.5	55.5	56.5	57.5
0	46.1	47.1	48.1	49.1	50.0	51.0	52.0	53.0	54.1	55.1	56.1	57.0
+1	45.7	46.7	47.7	48.7	49.6	50.6	51.6	52.6	53.5	54.7	55.7	56.6
2	45.3	46.2	47.3	48.3	49.2	50.2	51.2	52.2	53.3	54.3	55.3	56.3
3	44.9	45.9	46.9	48.0	48.8	49.8	50.8	51.8	52.9	53.9	54.9	55.9
4	44.4	45.5	46.5	47.6	48.4	49.4	50.4	51.4	52.5	53.5	54.5	55.5
5	44.0	45.0	46.1	47.1	48.1	49.0	50.0	51.0	52.1	53.1	54.1	55.1
6	43.6	44.6	45.7	46.7	47.7	48.6	49.6	50.6	51.7	52.7	53.7	54.7
7	43.2	44.2	45.3	46.3	47.3	48.2	49.2	50.2	51.3	52.3	53.3	54.3
8	42.8	43.8	44.8	45.8	46.8	47.9	48.8	49.8	50.9	51.9	52.9	53.9
9	42.3	43.4	44.4	45.4	46.4	47.5	48.4	49.4	50.5	51.6	52.5	53.5
10	42.0	43.0	44.1	45.1	46.0	47.0	48.0	48.9	50.0	51.0	52.0	53.0
11	41.5	42.5	43.6	44.6	45.5	46.6	47.6	48.5	49.6	50.6	51.6	52.6
12	41.1	42.2	43.2	44.2	45.2	46.2	47.2	48.2	49.2	50.2	51.2	52.2
13	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.7	46.8	47.8	48.8	49.9	50.8	51.8
14	40.3	41.3	42.4	43.4	44.3	45.3	46.3	47.3	48.3	49.3	50.3	51.3
15	39.8	40.9	41.9	42.9	43.8	44.9	45.9	46.9	48.0	48.9	49.9	50.9
16	39.4	40.4	41.5	42.5	43.4	44.5	45.5	46.5	47.6	48.5	49.5	50.5
17	39.0	40.0	41.2	42.1	43.1	44.1	45.1	46.0	47.2	48.2	49.1	50.1
18	38.6	39.6	40.7	41.6	42.6	43.6	44.7	45.6	46.7	47.7	48.6	49.6
19	38.2	39.2	40.2	41.3	42.2	43.3	44.2	45.2	46.3	47.3	48.3	49.2
20	37.7	38.8	39.8	40.9	41.8	42.9	43.8	44.8	45.9	46.9	47.9	48.8
21	37.4	38.4	39.4	40.5	41.5	42.5	43.4	44.4	45.5	46.5	47.5	48.4
22	36.9	37.9	38.9	40.1	41.0	42.0	43.0	43.9	45.1	46.0	47.0	48.0
23	36.6	37.6	38.5	39.7	40.6	41.7	42.6	43.5	44.7	45.6	46.6	47.6
24	36.1	37.1	38.1	39.2	40.2	41.2	42.1	43.2	44.3	45.3	46.2	47.2
+25	35.7	36.7	37.7	38.8	39.7	40.8	41.7	42.8	43.9	44.9	45.5	46.8

Tempe- ratur R.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.	63.	64.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.8	68.9	69.9	70.9	71.9	72.8
9	61.5	62.6	63.6	64.6	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.6	71.6	72.5
8	61.1	62.2	63.2	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.0
7	60.8	61.9	62.8	63.8	64.8	65.8	66.7	67.7	68.7	69.8	70.8	71.7
6	60.4	61.4	62.4	63.4	64.3	65.3	66.2	67.3	68.3	69.3	70.3	71.2
5	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	70.9
4	59.6	60.7	61.6	62.7	63.7	64.7	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6
3	59.2	60.3	61.2	62.3	63.3	64.2	65.2	66.1	67.2	68.2	69.2	70.2
2	58.9	59.9	60.9	62.0	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.8
—1	58.5	59.4	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.4	66.4	67.4	68.4	69.3
0	58.1	59.0	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.0
+1	57.7	58.6	59.6	60.7	61.7	62.6	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.5
2	57.4	58.3	59.3	60.4	61.4	62.3	63.4	64.2	65.3	66.3	67.2	68.2
3	56.9	57.9	58.9	60.0	61.0	61.9	62.9	63.8	64.9	65.9	66.9	67.8
4	56.5	57.5	58.5	59.5	60.6	61.4	62.5	63.4	64.5	65.4	66.4	67.4
5	56.1	57.0	58.1	59.1	60.2	61.0	62.1	63.1	64.0	65.0	66.0	66.9
6	55.7	56.7	57.7	58.7	59.8	60.7	61.8	62.6	63.7	64.7	65.7	66.7
7	55.3	56.3	57.2	58.3	59.3	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.2
8	54.9	55.9	56.8	57.9	58.9	59.9	60.9	61.9	62.8	63.8	64.8	65.8
9	54.5	55.5	56.4	57.5	58.5	59.4	60.5	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4
10	54.0	55.0	56.0	57.0	58.1	59.0	60.1	61.0	62.1	63.1	64.1	64.9
11	53.6	54.6	55.6	56.6	57.7	58.6	59.7	60.6	61.7	62.6	63.7	64.5
12	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.2	59.2	60.2	61.2	62.2	63.2	64.1
13	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.8	58.8	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8
14	52.3	53.3	54.3	55.3	56.3	57.4	58.4	59.3	60.4	61.3	62.3	63.3
15	51.9	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	58.0	58.9	60.0	60.9	61.9	62.9
16	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.6	58.5	59.6	60.5	61.5	62.5
17	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.0
18	50.6	51.6	52.6	53.7	54.7	55.6	56.6	57.6	58.7	59.7	60.7	61.6
19	50.2	51.2	52.2	53.3	54.3	55.2	56.2	57.2	58.3	59.2	60.2	61.2
20	49.8	50.8	51.8	52.9	53.9	54.8	55.8	56.7	57.9	58.8	59.8	60.8
21	49.4	50.4	51.4	52.5	53.5	54.4	55.4	56.3	57.5	58.1	59.1	60.4
22	48.9	49.9	50.9	52.0	53.0	53.9	54.9	55.9	57.0	58.0	59.0	59.9
23	48.5	49.5	50.5	51.6	52.6	53.5	54.5	55.5	56.6	57.6	58.6	59.5
24	48.2	49.1	50.1	51.2	52.3	53.1	54.1	55.1	56.2	57.2	58.2	59.1
+25	47.8	48.7	49.7	50.8	51.8	52.7	53.7	54.7	55.8	56.7	57.7	58.7

Tempe- ratur R.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.	76.
—25	.	.	.	.	83.3	84.4	85.5	86.5	87.4	88.4	89.2	90.2
24	.	.	.	.	82.9	84.0	85.1	86.0	87.0	88.0	88.8	89.9
23	.	.	.	.	82.6	83.6	84.7	85.6	86.6	87.6	88.4	89.5
22	.	.	.	.	82.2	83.2	84.3	85.2	86.2	87.2	88.0	89.1
21	.	.	.	.	81.8	82.9	83.9	84.9	85.8	86.8	87.7	88.7
20	.	.	.	.	81.5	82.5	83.5	84.4	85.4	86.4	87.3	88.3
19	.	.	.	.	81.1	82.0	83.0	83.9	85.0	86.0	87.0	88.1
18	.	.	.	.	80.7	81.6	82.6	83.5	84.6	85.6	86.6	87.7
17	.	.	.	.	80.4	81.3	82.3	83.2	84.2	85.4	86.2	87.3
16	.	.	.	.	80.0	80.9	81.9	82.8	83.9	84.9	85.8	86.9
15	.	.	.	.	79.6	80.5	81.5	82.4	83.5	84.5	85.4	86.5
14	.	.	.	.	79.1	80.2	81.2	82.1	83.1	84.1	85.0	86.1
13	.	.	.	.	78.8	79.8	80.8	81.7	82.8	83.7	84.7	85.7
12	.	.	.	.	78.4	79.4	80.4	81.3	82.4	83.3	84.3	85.3
11	.	.	.	.	78.0	79.0	80.1	81.0	82.1	83.0	83.9	84.9
10	73.8	74.8	75.9	76.7	77.7	78.7	79.7	80.6	81.7	82.6	83.5	84.6
9	73.4	74.5	75.4	76.4	77.3	78.3	79.3	80.3	81.4	82.3	83.3	84.3
8	73.1	74.1	75.1	76.0	77.0	78.0	78.9	80.0	81.1	82.0	82.9	83.9
7	72.7	73.8	74.7	75.7	76.6	77.6	78.6	79.6	80.7	81.9	82.5	83.5
6	72.4	73.4	74.4	75.3	76.3	77.2	78.2	79.2	80.3	81.6	82.1	83.2
5	71.9	73.0	73.9	75.0	75.9	76.9	77.9	78.9	80.0	81.3	81.8	82.8
4	71.6	72.6	73.5	74.6	75.6	76.5	77.5	78.5	79.6	80.5	81.4	82.5
3	71.3	72.3	73.2	74.3	75.2	76.2	77.1	78.1	79.2	80.1	81.1	82.2
2	70.9	71.9	72.9	73.9	74.9	75.8	76.8	77.8	78.9	79.8	80.7	81.8
—1	70.5	71.5	72.5	73.6	74.5	75.5	76.4	77.3	78.5	79.4	80.3	81.4
0	70.0	71.0	72.1	73.1	74.0	75.0	76.1	77.1	78.2	79.0	79.9	81.1
+1	69.6	70.7	71.6	72.7	73.7	74.7	75.7	76.7	77.8	78.7	79.6	80.6
2	69.2	70.3	71.3	72.2	73.2	74.2	75.3	76.2	77.3	78.2	79.2	80.2
3	68.8	69.6	70.8	71.9	72.9	73.7	74.9	75.9	77.0	77.8	78.8	79.8
4	68.3	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.5	77.5	78.5	79.5
5	68.0	69.1	70.0	71.1	72.1	72.9	74.1	75.1	76.2	77.0	78.1	79.1
6	67.6	68.7	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.7	76.7	77.6	78.6
7	67.2	68.3	69.2	70.3	71.3	72.1	73.3	74.2	75.3	76.3	77.3	78.3
8	66.8	67.9	68.8	69.9	70.8	71.8	72.8	73.8	74.9	75.9	76.8	77.9
9	66.4	67.5	68.5	69.5	70.5	71.4	72.4	73.3	74.4	75.4	76.5	77.5
10	65.9	66.9	68.0	69.0	70.0	71.0	71.9	72.8	73.9	74.9	76.0	77.1
11	65.6	66.7	67.7	68.6	69.7	70.6	71.6	72.5	73.6	74.6	75.7	76.7
12	65.2	66.2	67.2	68.1	69.3	70.2	71.1	72.1	73.2	74.1	75.2	76.2
13	64.7	65.8	66.7	67.8	68.8	69.7	70.8	71.7	72.8	73.7	74.7	75.8
14	64.3	65.4	66.4	67.4	68.4	69.3	70.3	71.3	72.4	73.3	74.2	75.3
15	63.9	64.9	65.9	67.0	68.0	68.9	70.0	70.9	72.0	73.0	73.9	75.0
16	63.4	64.5	65.5	66.6	67.6	68.5	69.5	70.5	71.6	72.5	73.4	74.5
17	63.0	64.1	65.1	66.2	67.2	68.1	69.1	70.0	71.1	72.0	73.0	74.0
18	62.6	63.7	64.6	65.7	66.6	67.6	68.6	69.7	70.8	71.7	72.6	73.7
19	62.1	63.2	64.2	65.3	66.3	67.2	68.2	69.2	70.3	71.2	72.2	73.2
20	61.7	62.8	63.8	64.9	65.8	66.7	67.7	68.8	69.9	70.8	71.7	72.8
21	61.3	62.4	63.3	64.4	65.4	66.3	67.3	68.3	69.4	70.3	71.3	72.3
22	60.9	61.9	62.9	64.0	65.0	65.9	66.9	67.9	69.0	69.9	70.9	72.0
23	60.5	61.5	62.6	63.6	64.5	65.4	66.3	67.4	68.5	69.4	70.5	71.6
24	60.0	61.1	62.1	63.2	64.2	65.1	66.1	67.1	68.2	69.1	70.1	71.2
+25	59.6	60.7	61.7	62.8	63.8	64.7	65.6	66.7	67.8	68.7	69.7	70.7

Tempe- ratur R.	77.	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.
—25	91.3	92.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	91.0	91.9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	90.5	91.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	90.1	91.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	89.7	90.6	91.1	92.1	.	.	.	.	.	.	.	.
20	89.3	90.2	90.7	91.7	.	.	.	.	.	.	.	.
19	88.9	89.8	90.4	91.4	92.2	.	.	.	.	.	.	.
18	88.5	89.4	90.0	91.0	91.8	.	.	.	.	.	.	.
17	88.1	89.0	89.7	90.7	91.5	.	.	.	.	.	.	.
16	87.7	88.6	89.3	90.3	91.2	91.9	.	.	.	.	.	.
15	87.4	88.2	88.9	89.9	90.8	91.6	.	.	.	.	.	.
14	87.0	87.8	88.5	89.5	90.5	91.4	.	.	.	.	.	.
13	86.6	87.4	88.1	89.1	90.1	90.9	91.7	.	.	.	.	.
12	86.2	87.0	87.9	88.9	89.9	90.6	91.4	.	.	.	.	.
11	85.8	86.6	87.5	88.5	89.5	90.2	91.2	.	.	.	.	.
10	85.5	86.4	87.2	88.2	89.2	90.0	90.9	91.8	92.8	93.6	94.5	95.4
9	85.3	86.1	87.0	88.0	89.0	89.7	90.6	91.5	92.5	93.4	94.2	95.1
8	84.9	85.8	86.7	87.7	88.7	89.4	90.3	91.3	92.3	93.1	93.9	94.8
7	84.5	85.5	86.4	87.4	88.4	89.2	90.0	91.0	92.0	92.8	93.6	94.5
6	84.1	85.1	86.0	87.0	88.0	88.8	89.8	90.7	91.7	92.5	93.3	94.3
5	83.7	84.7	85.6	86.6	87.6	88.4	89.4	90.3	91.3	92.1	93.1	94.0
4	83.5	84.4	85.4	86.4	87.4	88.1	89.1	90.0	91.0	91.8	92.8	93.7
3	83.1	84.2	85.1	86.1	87.1	87.8	88.8	89.7	90.7	91.6	92.5	93.4
2	82.7	83.8	84.7	85.7	86.7	87.6	88.6	89.5	90.5	91.3	92.2	93.1
—1	82.3	83.4	84.3	85.3	86.3	87.2	88.2	89.1	90.1	91.0	91.9	92.8
0	82.0	83.0	84.0	85.0	85.9	86.8	87.8	88.7	89.7	90.6	91.5	92.4
+1	81.6	82.5	83.6	84.6	85.5	86.4	87.4	88.4	89.4	90.3	91.3	92.1
2	81.2	82.1	83.2	84.2	85.1	86.0	87.0	88.0	88.9	89.9	90.8	91.7
3	80.8	81.8	82.8	83.8	84.8	85.6	86.6	87.6	88.6	89.6	90.5	91.4
4	80.4	81.4	82.4	83.4	84.4	85.2	86.2	87.2	88.2	89.2	90.1	91.0
5	80.0	81.0	82.1	83.1	84.0	84.8	85.8	86.8	87.8	88.8	89.7	90.7
6	79.5	80.6	81.6	82.6	83.5	84.5	85.4	86.4	87.4	88.4	89.3	90.3
7	79.1	80.2	81.2	82.2	83.1	84.1	85.2	86.0	87.0	88.0	89.1	90.0
8	78.8	79.8	80.8	81.8	82.7	83.7	84.8	85.6	86.6	87.7	88.7	89.6
9	78.4	79.4	80.5	81.5	82.4	83.3	84.4	85.3	86.3	87.3	88.3	89.2
10	77.9	78.9	80.0	81.0	82.0	82.9	84.0	84.9	85.9	86.9	87.9	88.8
11	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6	83.6	84.5	85.5	86.5	87.5	88.4
12	77.1	78.1	79.1	80.1	81.2	82.1	83.1	84.1	85.1	86.1	87.1	88.0
13	76.8	77.7	78.7	79.7	80.8	81.7	82.7	83.7	84.7	85.7	86.7	87.6
14	76.3	77.3	78.4	79.4	80.4	81.3	82.4	83.3	84.3	85.3	86.3	87.2
15	75.9	76.9	78.1	79.1	80.0	81.0	82.0	82.9	83.9	84.9	85.9	86.8
16	75.5	76.4	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.6	83.6	84.5	85.5	86.4
17	75.0	76.1	77.2	78.2	79.2	80.1	81.1	82.1	83.1	84.2	85.1	86.0
18	74.6	75.6	76.7	77.7	78.7	79.6	80.7	81.7	82.7	83.8	84.7	85.6
19	74.2	75.3	76.4	77.4	78.3	79.2	80.3	81.2	82.2	83.4	84.4	85.3
20	73.8	74.8	75.9	76.9	77.9	78.8	79.8	80.8	81.8	82.9	84.0	84.9
21	73.5	74.4	75.5	76.5	77.5	78.4	79.4	80.4	81.4	82.4	83.5	84.5
22	73.0	74.0	75.1	76.1	77.0	77.9	78.9	80.0	81.0	82.0	83.1	84.1
23	72.7	73.6	74.7	75.7	76.7	77.6	78.6	79.6	80.6	81.7	82.7	83.7
24	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.3	82.3	83.3
+25	71.8	72.7	73.8	74.8	75.9	76.9	77.8	78.9	79.9	80.9	82.0	82.9

Tempe- ratur R.	89.	90.	91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.
—25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	96.5	97.4	98.3	99.2	.	.	.	.	.	.	.	.
9	96.2	97.1	98.0	98.9	.	.	.	.	.	.	.	.
8	95.9	96.8	97.7	98.6	99.8	.	.	.	.	.	.	.
7	95.6	96.5	97.3	98.3	99.5	.	.	.	.	.	.	.
6	95.4	96.2	97.0	97.9	99.1	.	.	.	.	.	.	.
5	95.1	95.9	96.7	97.6	98.8	99.8	.	.	.	.	.	.
4	94.8	95.6	96.4	97.3	98.5	99.5	.	.	.	.	.	.
3	94.5	95.3	96.1	97.0	98.2	99.1	.	.	.	.	.	.
2	94.2	95.1	95.8	96.7	97.9	98.8	.	.	.	.	.	.
—1	93.9	94.8	95.5	96.4	97.6	98.5	.	.	.	.	.	.
0	93.5	94.5	95.2	96.1	97.3	98.2	99.1	.	.	.	.	.
+1	93.2	94.2	94.9	95.8	97.0	97.9	98.9	100.0	.	.	.	.
2	92.8	93.7	94.7	95.5	96.7	97.5	98.6	99.7	.	.	.	.
3	92.5	93.5	94.4	95.2	96.4	97.2	98.2	99.3	.	.	.	.
4	92.1	93.2	94.1	94.9	96.1	96.9	97.9	99.0	99.9	.	.	.
5	91.8	92.9	93.8	94.6	95.8	96.6	97.6	98.7	99.6	.	.	.
6	91.4	92.5	93.3	94.2	95.4	96.2	97.3	98.4	99.2	.	.	.
7	91.1	92.2	93.1	93.9	95.1	95.9	97.0	98.1	98.9	.	.	.
8	90.7	91.8	92.8	93.6	94.8	95.6	96.7	97.8	98.6	99.6	.	.
9	90.3	91.4	92.4	93.6	94.5	95.3	96.4	97.5	98.3	99.3	.	.
10	89.9	90.9	91.9	92.8	94.0	94.9	95.9	97.0	97.8	98.8	.	.
11	89.5	90.5	91.5	92.4	93.6	94.4	95.5	96.6	97.5	98.5	.	.
12	89.1	90.1	91.1	92.0	93.2	94.1	95.2	96.3	97.2	98.2	.	.
13	88.7	89.7	90.7	91.6	92.8	93.7	94.9	96.0	96.9	97.8	98.9	.
14	88.3	89.3	90.3	91.2	92.4	93.3	94.5	95.6	96.4	97.4	98.5	99.5
15	87.9	88.9	89.9	90.8	92.0	92.8	94.0	95.1	96.1	97.1	98.2	99.2
16	87.5	88.5	89.5	90.3	91.5	92.4	93.6	94.7	95.7	96.7	97.8	98.9
17	87.1	88.1	89.1	89.9	91.1	92.1	93.3	94.4	95.4	96.4	97.4	98.5
18	86.7	87.8	88.8	89.6	90.8	91.7	92.9	94.0	95.0	96.0	97.0	98.1
19	86.4	87.5	88.4	89.2	90.4	91.5	92.6	93.7	94.7	95.7	96.7	97.8
20	86.0	87.0	88.0	88.8	90.0	91.0	92.2	93.3	94.2	95.2	96.2	97.3
21	85.6	86.6	87.6	88.6	89.8	90.7	91.9	93.0	93.7	94.7	95.7	97.0
22	85.2	86.2	87.2	88.2	89.4	90.3	91.5	92.6	93.5	94.5	95.5	96.5
23	84.8	85.8	86.8	87.8	89.0	90.1	91.2	92.3	93.2	94.2	95.2	96.2
24	84.4	85.4	86.4	87.4	88.6	89.7	90.8	91.9	92.8	93.8	94.8	95.4
+25	84.0	85.0	86.0	87.0	88.2	89.3	90.3	91.4	92.4	93.4	94.4	95.3

Tafel VII.

welche dazu dient, die Anzeigen eines gläsernen Volumprocent-Alcoholometers bei verschiedener Temperatur in Gewichtsprocente bei der Normaltemperatur zu verwandeln.

Temperatur R.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.
-20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40.9	41.8	42.5	43.3
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	39.5	40.4	41.1	42.0	42.8
18	.	.	.	.	.	.	.	.	37.9	39.0	39.8	40.6	41.4	42.2
17	.	.	.	.	.	.	.	36.3	37.4	38.5	39.3	40.0	40.8	41.7
16	.	.	.	.	.	.	34.8	35.8	36.9	38.0	38.7	39.5	40.3	41.1
15	.	.	.	.	.	33.2	34.4	35.4	36.5	37.5	38.2	39.0	39.8	40.7
14	.	.	.	.	31.6	32.8	33.9	34.9	36.0	37.1	37.7	38.5	39.4	40.3
13	.	.	.	30.0	31.2	32.3	33.5	34.5	35.4	36.5	37.3	38.1	38.9	39.7
12	.	.	28.5	29.6	30.7	31.9	32.9	33.9	35.0	36.1	36.8	37.6	38.4	39.3
11	.	26.8	28.0	29.2	30.3	31.4	32.5	33.5	34.5	35.5	36.3	37.2	38.0	38.8
10	25.0	26.3	27.6	28.8	29.9	31.0	32.1	33.0	34.1	35.1	35.9	36.7	37.5	38.4
9	24.6	25.9	27.2	28.4	29.4	30.6	31.6	32.6	33.6	34.6	35.4	36.3	37.1	37.9
8	24.3	25.5	26.7	27.9	29.0	30.1	31.2	32.1	33.1	34.1	35.0	35.8	36.6	37.4
7	23.9	25.2	26.4	27.5	28.6	29.6	30.7	31.6	32.7	33.7	34.5	35.4	36.2	37.0
6	23.5	24.8	26.0	27.1	28.1	29.2	30.2	31.2	32.1	33.1	34.1	34.9	35.7	36.0
5	23.2	24.4	25.5	26.7	27.7	28.8	29.8	30.7	31.7	32.7	33.7	34.5	35.3	36.1
4	22.7	24.0	25.1	26.2	27.3	28.3	29.3	30.3	31.2	32.1	33.1	34.0	34.8	35.6
3	22.4	23.6	24.8	25.8	26.8	27.9	28.9	29.8	30.7	31.7	32.6	33.5	34.4	35.2
2	22.0	23.2	24.3	25.4	26.4	27.4	28.4	29.3	30.3	31.2	32.1	33.0	33.9	34.7
-1	21.8	22.9	24.0	25.1	26.1	27.1	28.0	29.1	29.9	30.8	31.7	32.6	33.5	34.3
0	21.4	22.5	23.7	24.8	25.7	26.7	27.6	28.6	29.4	30.3	31.2	32.1	32.9	33.8
+1	21.0	22.1	23.2	24.3	25.3	26.2	27.1	28.0	29.0	29.9	30.7	31.6	32.5	33.4
2	20.6	21.6	22.7	23.7	24.8	25.7	26.7	27.5	28.5	29.3	30.2	31.1	32.0	32.9
3	20.3	21.3	22.2	23.2	24.3	25.2	26.1	27.1	27.9	28.9	29.8	30.7	31.5	32.4
4	19.9	20.9	21.9	22.8	23.8	24.8	25.7	26.6	27.5	28.4	29.3	30.2	31.1	31.9
5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.4	24.4	25.3	26.2	27.1	27.9	28.8	29.7	30.6	31.4
6	19.2	20.2	21.1	22.0	23.1	24.0	24.9	25.8	26.7	27.5	28.4	29.3	30.1	30.9
7	19.0	19.9	20.8	21.7	22.6	23.6	24.5	25.4	26.2	27.1	27.9	28.8	29.7	30.6
8	18.6	19.5	20.5	21.4	22.2	23.2	24.1	24.9	25.8	26.7	27.5	28.4	29.3	30.1
9	18.2	19.1	20.0	20.9	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.2	27.1	27.9	28.8	29.7
10	17.9	18.8	19.6	20.5	21.4	22.2	23.2	24.1	24.9	25.8	26.7	27.5	28.4	29.3
11	17.5	18.4	19.3	20.1	21.0	21.8	22.7	23.6	24.5	25.4	26.2	27.1	27.9	28.8
12	17.3	18.1	19.0	19.8	20.6	21.5	22.3	23.2	24.0	24.9	25.7	26.6	27.4	28.3
13	16.9	17.8	18.6	19.4	20.3	21.1	22.0	22.7	23.6	24.4	25.3	26.1	27.0	27.9
14	16.6	17.4	18.3	19.1	19.9	20.8	21.5	22.4	23.2	24.1	24.9	25.7	26.6	27.4
15	16.3	17.1	17.9	18.8	19.6	20.4	21.2	22.0	22.8	23.7	24.4	25.3	26.1	27.0
16	15.9	16.8	17.6	18.4	19.2	20.0	20.8	21.6	22.4	23.2	24.1	24.9	25.7	26.6
17	15.6	16.4	17.2	18.0	18.8	19.6	20.4	21.2	22.0	22.8	23.7	24.4	25.3	26.1
18	15.3	16.0	16.9	17.6	18.4	19.2	19.9	20.8	21.5	22.4	23.2	24.0	24.9	25.7
19	15.0	15.7	16.4	17.3	18.0	18.8	19.5	20.4	21.1	22.0	22.7	23.6	24.4	25.3
20	14.7	15.4	16.1	16.9	17.6	18.4	19.2	19.9	20.7	21.5	22.3	23.2	24.0	24.9
21	14.4	15.1	15.8	16.5	17.3	18.0	18.8	19.5	20.3	21.1	21.9	22.7	23.6	24.4
22	14.0	14.8	15.4	16.2	16.9	17.7	18.4	19.2	19.9	20.7	21.5	22.3	23.2	24.0
23	13.7	14.4	15.1	15.9	16.5	17.3	18.0	18.8	19.5	20.3	21.0	21.9	22.7	23.5
24	13.4	14.1	14.8	15.5	16.2	16.9	17.7	18.4	19.2	19.9	20.7	21.5	22.3	23.2
25	13.2	13.8	14.4	15.1	15.9	16.5	17.3	18.0	18.8	19.5	20.3	21.0	21.9	22.7
26	12.7	13.5	14.1	14.8	15.5	16.2	16.9	17.6	18.4	19.1	19.9	20.6	21.4	22.2
27	12.4	13.1	13.8	14.4	15.1	15.8	16.5	17.3	17.9	18.7	19.4	20.2	21.0	21.9
28	12.1	12.7	13.4	14.0	14.8	15.4	16.1	16.9	17.6	18.4	19.1	19.9	20.6	21.5
29	11.7	12.3	13.1	13.7	14.4	15.1	15.8	16.4	17.2	17.9	18.7	19.4	20.2	21.0
+30	11.3	12.0	12.7	13.4	14.0	14.7	15.4	16.1	16.9	17.6	18.3	19.0	19.8	20.5

Tempe- ratur R.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.
—25	.	.	.	.	.	.	51.0	51.7	52.6	53.3	54.0	54.8	55.7	56.4
24	.	.	.	.	.	.	50.5	51.2	52.1	52.8	53.6	54.3	55.2	56.0
23	.	.	.	.	.	.	50.0	50.8	51.7	52.4	53.1	53.9	54.8	55.6
22	.	.	.	.	.	.	49.5	50.3	51.2	51.9	52.7	53.5	54.4	55.1
21	.	.	.	.	.	.	49.1	49.9	50.8	51.5	52.2	53.0	53.9	54.7
20	43.9	44.6	45.4	46.2	47.1	48.0	48.6	49.4	50.3	51.0	51.8	52.6	53.5	54.3
19	43.4	44.0	44.8	45.6	46.5	47.4	48.2	48.9	49.8	50.6	51.4	52.2	53.1	53.9
18	42.8	43.6	44.3	45.2	46.0	46.9	47.8	48.5	49.4	50.1	50.9	51.7	52.6	53.5
17	42.2	43.1	43.9	44.8	45.6	46.5	47.3	48.1	48.9	49.7	50.5	51.3	52.2	53.0
16	41.8	42.6	43.5	44.3	45.2	46.0	46.8	47.7	48.5	49.2	50.0	50.9	51.8	52.6
15	41.3	42.1	43.0	43.8	44.7	45.6	46.4	47.2	48.1	48.8	49.6	50.5	51.4	52.2
14	40.8	41.7	42.5	43.4	44.2	45.1	45.9	46.7	47.6	48.4	49.2	50.0	50.9	51.8
13	40.4	41.2	42.0	42.9	43.7	44.6	45.5	46.3	47.2	48.0	48.7	49.6	50.5	51.4
12	40.0	40.8	41.7	42.5	43.4	44.1	45.0	45.7	46.7	47.5	48.4	49.2	50.1	50.9
11	39.5	40.4	41.2	42.0	42.9	43.7	44.6	45.5	46.3	47.1	47.9	48.7	49.6	50.5
10	39.1	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	45.0	45.8	46.6	47.5	48.4	49.2	50.1
9	38.7	39.5	40.4	41.2	42.0	42.8	43.7	44.5	45.4	46.2	47.1	48.0	48.8	49.7
8	38.3	39.1	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	45.0	45.8	46.7	47.6	48.5	49.3
7	37.8	38.6	39.5	40.3	41.1	42.0	42.8	43.7	44.6	45.5	46.3	47.2	48.1	48.9
6	37.3	38.2	39.0	39.9	40.7	41.6	42.4	43.3	44.1	45.0	45.8	46.8	47.7	48.5
5	36.9	37.7	38.6	39.5	40.3	41.1	42.0	42.9	43.7	44.6	45.5	46.3	47.2	48.2
4	36.5	37.3	38.2	39.0	39.8	40.7	41.6	42.4	43.3	44.2	45.1	45.9	46.8	47.7
3	36.0	36.9	37.7	38.5	39.5	40.3	41.1	42.0	42.9	43.7	44.6	45.6	46.4	47.3
2	35.6	36.5	37.3	38.2	39.0	39.8	40.7	41.6	42.4	43.4	44.2	45.1	46.0	46.9
—1	35.1	36.0	36.8	37.6	38.5	39.4	40.2	41.1	42.0	42.8	43.7	44.6	45.6	46.4
0	34.6	35.4	36.3	37.2	38.0	38.9	39.7	40.7	41.5	42.4	43.3	44.2	45.1	46.0
+1	34.2	35.0	35.9	36.7	37.5	38.4	39.3	40.2	41.1	42.0	42.9	43.8	44.7	45.6
2	33.7	34.5	35.4	36.3	37.1	38.0	38.8	39.7	40.7	41.6	42.5	43.4	44.3	45.2
3	33.3	34.1	35.0	35.8	36.7	37.5	38.4	39.3	40.2	41.1	42.0	43.0	43.8	44.8
4	32.8	33.7	34.5	35.4	36.2	37.1	38.0	38.9	39.7	40.7	41.6	42.5	43.4	44.3
5	32.3	33.2	34.0	34.9	35.8	36.6	37.5	38.4	39.4	40.2	41.1	42.0	43.0	43.8
6	31.8	32.7	33.6	34.5	35.4	36.2	37.1	38.0	38.9	39.8	40.7	41.6	42.5	43.5
7	31.4	32.2	33.1	34.0	34.9	35.7	36.6	37.5	38.4	39.4	40.3	41.2	42.1	43.0
8	31.0	31.8	32.7	33.6	34.5	35.4	36.2	37.1	38.0	38.9	39.8	40.7	41.7	42.6
9	30.6	31.4	32.2	33.1	34.0	34.9	35.8	36.7	37.6	38.4	39.4	40.3	41.2	42.1
10	30.1	30.9	31.8	32.7	33.5	34.4	35.4	36.3	37.2	38.1	39.0	39.9	40.7	41.7
11	29.7	30.5	31.4	32.2	33.1	34.0	34.9	35.8	36.7	37.6	38.5	39.5	40.4	41.3
12	29.2	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	35.4	36.3	37.2	38.1	39.0	39.9	40.8
13	28.7	29.6	30.5	31.4	32.2	33.1	34.0	34.9	35.8	36.7	37.6	38.5	39.5	40.4
14	28.3	29.2	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	35.4	36.3	37.2	38.1	39.0	40.0
15	27.9	28.6	29.5	30.5	31.4	32.2	33.1	34.0	34.9	35.8	36.7	37.6	38.6	39.5
16	27.4	28.3	29.1	30.0	30.9	31.8	32.7	33.6	34.5	35.4	36.3	37.3	38.2	39.1
17	27.0	27.9	28.7	29.6	30.5	31.4	32.2	33.1	34.1	35.0	35.9	36.8	37.7	38.7
18	26.6	27.4	28.3	29.2	30.0	30.9	31.8	32.7	33.7	34.5	35.4	36.3	37.3	38.3
19	26.1	27.0	27.9	28.7	29.6	30.5	31.4	32.2	33.2	34.1	35.0	35.9	36.8	37.8
20	25.7	26.6	27.4	28.3	29.2	30.0	30.9	31.9	32.8	33.7	34.5	35.4	36.5	37.3
21	25.3	26.1	27.0	27.9	28.7	29.6	30.5	31.4	32.3	33.2	34.2	35.1	36.0	36.9
22	24.8	25.6	26.6	27.4	28.3	29.2	30.0	31.0	31.9	32.8	33.7	34.6	35.5	36.5
23	24.3	25.2	26.1	26.9	27.9	28.7	29.6	30.5	31.4	32.3	33.3	34.2	35.1	36.0
24	23.9	24.8	25.6	26.5	27.3	28.3	29.2	30.0	31.0	31.9	32.8	33.7	34.6	35.5
25	23.5	24.3	25.2	26.1	26.9	27.9	28.7	29.6	30.6	31.4	32.3	33.3	34.2	35.2
26	23.1	23.9	24.8	25.6	26.5	27.3	28.3	29.2	30.0	31.0	31.9	32.9	33.7	34.7
27	22.6	23.5	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.7	29.6	30.6	31.4	32.3	33.3	34.2
28	22.3	23.1	23.9	24.8	25.6	26.6	27.4	28.3	29.2	30.1	31.0	32.0	32.9	33.7
29	21.9	22.6	23.5	24.3	25.2	26.1	27.0	27.9	28.8	29.7	30.6	31.5	32.4	33.3
+30	21.4	22.2	23.1	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.4	29.3	30.1	31.2	32.0	32.9

Tempe- ratur R.	49.	50.	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	59.	60.	61.	62.
—25	57.3	58.2	59.1	60.0	60.9	61.8	62.7	63.8	64.8	65.7	66.5	67.6	68.5	69.6
24	56.9	57.7	58.6	59.5	60.5	61.4	62.3	63.4	64.3	65.3	66.2	67.2	68.0	69.1
23	56.5	57.2	58.2	59.1	60.1	61.0	61.8	62.9	63.9	64.9	65.7	66.6	67.6	68.7
22	56.0	56.8	57.8	58.7	59.6	60.7	61.4	62.5	63.5	64.4	65.4	66.3	67.2	68.3
21	55.6	56.4	57.3	58.3	59.2	60.2	61.0	62.5	63.0	64.0	65.0	65.9	66.8	67.9
20	55.2	56.0	56.9	57.9	58.8	59.7	60.6	61.6	62.6	63.6	64.5	65.5	66.4	67.5
19	54.8	55.6	56.5	57.4	58.4	59.3	60.2	61.2	62.2	63.1	64.0	65.1	65.9	67.0
18	54.4	55.2	56.1	57.0	58.0	58.9	59.7	60.8	61.7	62.7	63.7	64.6	65.6	66.6
17	53.9	54.8	55.7	56.6	57.6	58.5	59.3	60.4	61.3	62.3	63.4	64.3	65.2	66.3
16	53.5	54.4	55.3	56.1	57.1	58.1	58.9	60.0	60.9	61.8	62.9	63.9	64.8	65.8
15	53.1	54.0	54.9	55.7	56.7	57.7	58.6	59.6	60.6	61.5	62.5	63.6	64.4	65.5
14	52.6	53.5	54.4	55.3	56.3	57.2	58.2	59.2	60.2	61.1	62.1	63.1	64.0	65.1
13	52.3	53.1	54.0	54.9	55.9	56.8	57.8	58.8	59.7	60.7	61.6	62.7	63.6	64.6
12	51.8	52.7	53.6	54.5	55.5	56.4	57.3	58.4	59.3	60.3	61.3	62.3	63.1	64.0
11	51.4	52.3	53.2	54.1	55.1	56.0	56.9	58.0	58.9	59.9	60.9	61.9	62.8	63.9
10	51.0	51.9	52.8	53.7	54.7	55.6	56.5	57.6	58.5	59.4	60.5	61.4	62.4	63.5
9	50.6	51.5	52.4	53.3	54.3	55.2	56.1	57.1	58.1	59.1	60.1	61.0	62.1	63.0
8	50.2	51.1	52.0	52.9	53.9	54.8	55.8	56.7	57.7	58.7	59.6	60.7	61.6	62.6
7	49.8	50.7	51.6	52.5	53.5	54.4	55.4	56.3	57.2	58.3	59.2	60.3	61.2	62.3
6	49.4	50.3	51.2	52.1	53.1	54.0	55.0	55.9	56.9	57.9	58.8	59.8	60.8	61.8
5	49.0	49.9	50.8	51.7	52.7	53.6	54.6	55.5	56.5	57.4	58.5	59.4	60.5	61.4
4	48.6	49.5	50.4	51.3	52.3	53.2	54.2	55.1	56.1	57.0	58.1	59.0	60.1	61.0
3	48.3	49.1	50.0	50.9	51.9	52.8	53.8	54.7	55.7	56.6	57.7	58.7	59.6	60.7
2	47.8	48.7	49.6	50.6	51.5	52.4	53.4	54.3	55.3	56.3	57.2	58.3	59.2	60.3
—1	47.4	48.3	49.2	50.1	51.1	52.0	53.0	53.9	54.9	55.9	56.8	57.9	58.8	59.8
0	46.9	47.9	48.7	49.7	50.7	51.6	52.6	53.6	54.5	55.5	56.5	57.4	58.5	59.5
+1	46.5	47.4	48.4	49.3	50.2	51.2	52.2	53.1	54.1	55.1	56.1	57.0	58.1	59.1
2	46.1	47.0	48.0	48.8	49.8	50.8	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7	56.6	57.7	58.7
3	45.6	46.6	47.5	48.5	49.4	50.3	51.3	52.2	53.2	54.2	55.2	56.2	57.2	58.3
4	45.3	46.1	47.1	48.1	48.9	49.9	50.9	51.8	52.8	53.8	54.8	55.8	56.8	57.9
5	44.8	45.7	46.7	47.6	48.5	49.5	50.5	51.4	52.4	53.4	54.4	55.4	56.4	57.3
6	44.4	45.3	46.2	47.2	48.2	49.1	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	55.9	56.9
7	43.9	44.9	45.8	46.8	47.7	48.6	49.6	50.6	51.6	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5
8	43.6	44.5	45.4	46.3	47.3	48.3	49.2	50.1	51.1	52.1	53.1	54.1	55.1	56.1
9	43.1	44.0	45.0	45.9	46.9	47.8	48.7	49.7	50.7	51.7	52.7	53.7	54.7	55.7
10	42.6	43.6	44.5	45.5	46.4	47.4	48.4	49.3	50.3	51.3	52.3	53.3	54.3	55.3
11	42.2	43.1	44.0	45.0	45.9	46.9	47.9	48.8	49.8	50.8	51.8	52.8	53.8	54.8
12	41.8	42.7	43.7	44.6	45.6	46.5	47.5	48.5	49.4	50.4	51.4	52.4	53.4	54.4
13	41.3	42.2	43.3	44.2	45.2	46.1	47.1	48.1	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0
14	40.9	41.9	42.8	43.7	44.7	45.6	46.7	47.7	48.6	49.6	50.6	51.6	52.6	53.6
15	40.5	41.4	42.3	43.4	44.3	45.3	46.2	47.2	48.2	49.1	50.1	51.0	52.1	53.2
16	40.0	41.0	42.0	42.9	43.8	44.8	45.8	46.8	47.8	48.7	49.7	50.7	51.7	52.7
17	39.6	40.6	41.5	42.4	43.5	44.4	45.4	46.3	47.3	48.3	49.2	50.2	51.2	52.3
18	39.2	40.1	41.1	42.0	43.0	43.9	45.0	45.9	46.9	47.9	48.8	49.8	50.8	51.8
19	38.7	39.6	40.7	41.6	42.6	43.6	44.5	45.5	46.4	47.4	48.4	49.3	50.3	51.3
20	38.3	39.3	40.2	41.1	42.1	43.1	44.0	45.1	46.0	47.0	48.0	48.9	49.9	50.9
21	37.8	38.8	39.7	40.7	41.7	42.7	43.7	44.6	45.6	46.5	47.6	48.5	49.5	50.5
22	37.4	38.4	39.3	40.3	41.2	42.2	43.2	44.1	45.1	46.1	47.1	48.1	49.0	50.0
23	37.0	37.9	38.8	39.8	40.7	41.7	42.7	43.7	44.7	45.6	46.6	47.7	48.6	49.6
24	36.5	37.4	38.4	39.4	40.3	41.2	42.2	43.2	44.2	45.2	46.1	47.2	48.2	49.1
25	36.1	37.0	38.0	38.9	39.8	40.8	41.8	42.7	43.7	44.7	45.7	46.7	47.7	48.6
26	35.6	36.5	37.5	38.4	39.5	40.4	41.4	42.3	43.3	44.3	45.3	46.2	47.2	48.3
27	35.2	36.1	37.1	38.1	39.0	39.9	40.9	41.9	42.8	43.8	44.8	45.7	46.8	47.8
28	34.7	35.6	36.6	37.6	38.5	39.5	40.5	41.4	42.4	43.4	44.4	45.4	46.3	47.4
29	34.3	35.2	36.2	37.2	38.1	39.1	40.0	40.9	42.0	42.9	43.9	44.9	45.9	46.9
+30	33.8	34.8	35.7	36.7	37.6	38.6	39.5	40.6	41.5	42.4	43.5	44.4	45.5	46.4

Tempe- ratur R.	63.	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.	76.
—25	70.6	71.6	72.8	73.7	74.5	75.8	76.7	77.8	79.0	79.9	80.9	81.8	82.8	84.0
24	70.2	71.2	72.3	73.1	74.0	75.3	76.3	77.3	78.5	79.5	80.4	81.3	82.4	83.6
23	69.7	70.7	71.9	72.8	73.7	75.0	75.9	77.0	78.2	79.0	80.0	81.1	82.1	83.2
22	69.3	70.4	71.5	72.3	73.2	74.3	75.5	76.5	77.7	78.6	79.6	80.7	81.6	82.7
21	68.9	69.9	71.1	72.0	72.9	74.2	75.1	76.1	77.3	78.2	79.1	80.2	81.2	82.3
20	68.5	69.5	70.6	71.5	72.4	73.7	74.6	75.7	76.9	77.8	78.8	79.9	80.9	81.9
19	68.0	69.0	70.2	71.1	72.1	73.2	74.3	75.3	76.5	77.4	78.4	79.5	80.5	81.6
18	67.7	68.7	69.8	70.7	71.6	72.9	73.8	74.9	76.0	77.0	77.9	79.0	80.1	81.2
17	67.3	68.3	69.4	70.3	71.3	72.4	73.5	74.5	75.7	76.6	77.6	78.6	79.6	80.7
16	66.8	67.8	68.9	69.9	70.8	72.1	73.0	74.0	75.2	76.1	77.2	78.3	79.2	80.4
15	66.5	67.5	68.6	69.5	70.5	71.6	72.7	73.7	74.9	75.8	76.9	77.9	78.9	80.0
14	66.1	67.0	68.1	69.0	70.0	71.2	72.2	73.2	74.4	75.5	76.4	77.4	78.5	79.6
13	65.6	66.5	67.7	68.7	69.7	70.8	71.9	72.9	74.0	75.0	76.0	77.1	78.2	79.2
12	65.2	66.2	67.3	68.3	69.3	70.4	71.4	72.4	73.6	74.6	75.7	76.7	77.7	78.8
11	64.9	65.8	66.9	67.9	68.9	70.0	71.1	72.1	73.2	74.2	75.2	76.3	77.3	78.4
10	64.4	65.4	66.5	67.5	68.5	69.6	70.6	71.6	72.8	73.8	74.9	75.9	77.0	78.0
9	64.0	65.1	66.1	67.2	68.1	69.1	70.3	71.3	72.3	73.5	74.5	75.6	76.6	77.7
8	63.7	64.6	65.7	66.6	67.7	68.8	69.8	71.0	72.0	73.0	74.2	75.2	76.3	77.3
7	63.2	64.2	65.3	66.3	67.4	68.4	69.5	70.5	71.5	72.7	73.7	74.9	75.9	77.0
6	62.8	63.9	64.9	65.9	66.9	68.0	69.0	70.2	71.2	72.2	73.3	74.4	75.5	76.6
5	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.6	68.7	69.7	70.8	71.9	73.0	74.0	75.1	76.1
4	62.1	63.0	64.1	65.2	66.2	67.3	68.3	69.4	70.4	71.5	72.6	73.7	74.7	75.8
3	61.6	62.7	63.7	64.8	65.7	66.8	67.9	68.9	70.0	71.1	72.2	73.2	74.4	75.5
2	61.3	62.3	63.4	64.3	65.4	66.4	67.5	68.6	69.6	70.7	71.8	72.9	73.9	75.1
—1	60.9	61.8	62.9	63.9	65.0	66.1	67.0	68.1	69.3	70.3	71.4	72.4	73.6	74.6
0	60.5	61.5	62.5	63.6	64.6	65.6	66.6	67.7	68.8	69.9	71.1	72.1	73.2	74.3
+1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.2	65.2	66.3	67.4	68.4	69.5	70.6	71.8	72.8	73.9
2	59.6	60.7	61.7	62.7	63.8	64.9	65.8	66.9	68.0	69.0	70.2	71.3	72.4	73.6
3	59.2	60.3	61.3	62.3	63.4	64.4	65.5	66.5	67.6	68.7	69.8	70.8	72.0	73.1
4	58.8	59.8	60.9	61.8	62.9	64.0	65.1	66.2	67.2	68.3	69.4	70.5	71.6	72.7
5	58.4	59.4	60.5	61.4	62.5	63.6	64.6	65.7	66.6	67.8	68.9	70.0	71.2	72.2
6	58.0	59.0	60.1	61.0	62.1	63.1	64.2	65.3	66.3	67.4	68.5	69.6	70.7	71.8
7	57.6	58.6	59.6	60.7	61.6	62.7	63.8	64.9	65.8	66.9	68.0	69.1	70.3	71.3
8	57.1	58.2	59.2	60.2	61.2	62.3	63.4	64.4	65.4	66.5	67.6	68.7	69.8	70.8
9	56.7	57.8	58.8	59.7	60.8	61.8	62.9	64.0	65.0	66.1	67.2	68.3	69.4	70.5
10	56.3	57.3	58.4	59.3	60.4	61.4	62.5	63.6	64.6	65.6	66.6	67.8	68.9	70.0
11	55.8	56.8	57.9	58.9	60.0	61.0	62.1	63.1	64.2	65.3	66.3	67.4	68.5	69.6
12	55.4	56.4	57.4	58.5	59.5	60.6	61.6	62.7	63.8	64.9	65.9	67.0	68.1	69.3
13	55.0	56.0	57.0	58.1	59.1	60.2	61.2	62.3	63.4	64.4	65.5	66.5	67.7	68.8
14	54.6	55.6	56.6	57.7	58.7	59.7	60.8	61.8	62.9	64.0	65.1	66.2	67.3	68.4
15	54.2	55.2	56.2	57.2	58.3	59.3	60.4	61.4	62.6	63.7	64.8	65.8	66.9	68.0
16	53.7	54.7	55.7	56.8	57.9	58.9	60.0	61.0	62.2	63.2	64.3	65.4	66.5	67.6
17	53.3	54.3	55.3	56.3	57.4	58.5	59.5	60.6	61.6	62.8	63.9	65.0	66.1	67.2
18	52.8	53.8	54.9	55.9	56.9	58.1	59.1	60.2	61.2	62.3	63.4	64.4	65.5	66.5
19	52.4	53.4	54.4	55.5	56.5	57.7	58.7	59.7	60.8	61.8	62.9	64.0	65.1	66.2
20	51.9	53.0	54.0	55.1	56.1	57.1	58.3	59.3	60.4	61.4	62.5	63.6	64.6	65.8
21	51.5	52.5	53.6	54.6	55.7	56.7	57.8	58.9	60.0	61.0	62.1	63.1	64.3	65.4
22	51.1	52.1	53.1	54.2	55.2	56.3	57.3	58.4	59.4	60.6	61.6	62.7	63.8	65.0
23	50.6	51.6	52.6	53.7	54.7	55.8	56.8	58.0	59.0	60.1	61.1	62.2	63.4	64.4
24	50.1	51.1	52.1	53.2	54.2	55.3	56.2	57.4	58.5	59.5	60.7	61.7	62.8	64.0
25	49.7	50.7	51.7	52.7	53.8	54.8	55.9	56.9	58.1	59.1	60.3	61.3	62.4	63.6
26	49.2	50.2	51.3	52.3	53.3	54.4	55.5	56.5	57.7	58.7	59.7	60.9	61.9	63.0
27	48.8	49.8	50.8	51.9	52.9	54.0	55.0	56.0	57.2	58.3	59.3	60.5	61.5	62.6
28	48.4	49.3	50.4	51.4	52.5	53.5	54.6	55.6	56.7	57.8	58.9	60.0	61.1	62.2
29	47.9	48.9	49.9	51.0	52.0	53.1	54.1	55.2	56.2	57.3	58.4	59.5	60.6	61.7
+30	47.5	48.5	49.5	50.5	51.6	52.6	53.7	54.7	55.8	56.8	58.0	59.0	60.2	61.2

Tempe- ratur R.	77.	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	89.
—25	85.2	86.4	87.5	88.7	89.6	90.8	92.0	93.2	.	.	.	.	.
24	84.8	86.0	86.9	88.1	89.2	90.5	91.6	92.6	.	.	.	.	.
23	84.5	85.6	86.5	87.7	88.8	90.0	91.2	92.2	.	.	.	.	.
22	84.0	85.1	86.1	87.3	88.4	89.6	90.8	91.9	.	.	.	.	.
21	83.6	84.7	85.8	87.1	88.0	89.2	90.4	91.5	92.2	.	.	.	.
20	83.2	84.3	85.4	86.5	87.6	88.8	90.0	91.1	91.8	.	.	.	.
19	82.8	84.0	85.0	86.1	87.2	88.4	89.6	90.6	91.5	92.5	.	.	.
18	82.4	83.6	84.6	85.8	86.8	88.0	89.2	90.2	91.1	92.2	.	.	.
17	81.9	83.1	84.2	85.4	86.4	87.6	88.8	89.8	90.6	91.8	.	.	.
16	81.6	82.7	83.8	85.0	86.0	87.2	88.4	89.4	90.2	91.5	92.5	.	.
15	81.2	82.3	83.4	84.6	85.6	86.8	88.0	89.0	90.0	91.1	92.2	.	.
14	80.9	81.9	82.9	84.1	85.2	86.4	87.6	88.6	89.6	90.6	91.8	.	.
13	80.5	81.6	82.6	83.7	84.8	86.0	87.2	88.2	89.2	90.4	91.5	92.5	.
12	80.0	81.1	82.2	83.3	84.5	85.6	86.8	87.8	88.8	90.0	91.1	92.2	.
11	79.6	80.7	81.8	82.9	84.1	85.2	86.4	87.5	88.5	89.7	90.8	91.8	.
10	79.2	80.4	81.5	82.6	83.7	84.8	86.0	87.1	88.1	89.3	90.4	91.5	92.7
9	78.8	80.0	81.1	82.2	83.3	84.5	85.6	86.8	87.8	88.9	90.1	91.2	92.3
8	78.4	79.5	80.7	81.8	82.9	84.1	85.2	86.4	87.5	88.6	89.7	90.9	92.0
7	78.0	79.1	80.4	81.5	82.6	83.7	84.8	86.0	87.2	88.2	89.4	90.5	91.8
6	77.7	78.8	80.0	81.1	82.2	83.3	84.6	85.8	86.8	88.0	89.0	90.2	91.4
5	77.3	78.4	79.5	80.7	81.8	82.9	84.1	85.4	86.4	87.6	88.8	89.8	91.1
4	77.0	78.0	79.1	80.4	81.5	82.7	83.8	85.0	86.1	87.3	88.5	89.6	90.8
3	76.5	77.7	78.8	79.9	81.1	82.2	83.3	84.6	85.8	86.9	88.1	89.2	90.4
2	76.1	77.2	78.4	79.5	80.6	81.8	82.9	84.1	85.4	86.5	87.7	89.9	90.1
—1	75.8	76.9	78.0	79.1	80.4	81.5	82.6	83.8	85.0	86.3	87.3	88.5	89.7
0	75.5	76.5	77.7	78.8	80.0	81.1	82.2	83.4	84.6	85.9	87.1	88.2	89.4
+1	75.0	76.1	77.2	78.4	79.5	80.7	81.8	82.9	84.2	85.4	86.7	87.8	89.0
2	74.6	75.8	76.9	78.0	79.1	80.4	81.5	82.6	83.8	85.0	86.3	87.5	88.6
3	74.3	75.3	76.5	77.6	78.8	80.0	81.1	82.2	83.4	84.6	85.9	87.1	88.2
4	73.8	75.0	76.0	77.2	78.4	79.5	80.7	81.8	83.1	84.2	85.5	86.7	87.8
5	73.3	74.5	75.7	76.7	77.9	79.1	80.2	81.5	82.6	83.8	85.0	86.3	87.5
6	72.9	74.0	75.2	76.4	77.4	78.6	79.9	81.0	82.2	83.3	84.6	85.8	87.1
7	72.4	73.6	74.7	75.9	77.0	78.2	79.4	80.6	81.7	82.9	84.2	85.4	86.7
8	72.0	73.1	74.3	75.5	76.5	77.7	78.9	80.1	81.3	82.6	83.7	85.0	86.3
9	71.6	72.7	73.8	75.0	76.1	77.3	78.5	79.6	80.9	82.1	83.3	84.6	85.9
10	71.2	72.3	73.5	74.6	75.7	76.9	78.0	79.2	80.5	81.7	82.9	84.2	85.5
11	70.7	71.9	73.0	74.2	75.3	76.5	77.7	78.9	80.1	81.3	82.6	83.8	85.1
12	70.4	71.5	72.7	73.8	75.0	76.1	77.2	78.4	79.6	80.9	82.1	83.3	84.6
13	69.9	71.1	72.2	73.3	74.5	75.7	76.9	78.0	79.2	80.5	81.7	82.9	84.2
14	69.5	70.6	71.8	72.9	74.0	75.3	76.5	77.7	78.9	80.1	81.3	82.6	83.8
15	69.1	70.3	71.4	72.6	73.7	74.9	76.0	77.2	78.5	79.7	81.0	82.2	83.4
16	68.7	69.8	71.0	72.1	73.2	74.4	75.6	76.7	78.0	79.2	80.5	81.7	83.1
17	68.3	69.4	70.5	71.6	72.8	73.9	75.1	76.4	77.6	78.8	80.1	81.3	82.6
18	67.7	68.9	70.0	71.2	72.3	73.5	74.7	75.9	77.1	78.4	79.6	80.9	82.2
19	67.3	68.5	69.6	70.7	72.0	73.1	74.3	75.6	76.7	77.9	79.1	80.5	81.7
20	66.9	68.0	69.1	70.4	71.5	72.7	73.9	75.1	76.3	77.6	78.8	80.0	81.3
21	66.5	67.6	68.8	69.9	71.1	72.3	73.5	74.7	75.9	77.1	78.4	79.6	81.0
22	66.1	67.2	68.3	69.5	70.6	71.9	73.0	74.3	75.5	76.7	77.9	79.1	80.5
23	65.5	66.6	67.8	69.0	70.2	71.3	72.6	73.7	75.0	76.1	77.4	78.8	80.0
24	65.1	66.2	67.4	68.5	69.7	70.8	72.1	73.2	74.5	75.7	77.0	78.2	79.5
25	64.6	65.7	66.9	68.0	69.3	70.4	71.6	72.8	74.0	75.3	76.5	77.8	79.1
26	64.2	65.3	66.5	67.6	68.8	69.9	71.2	72.3	73.6	74.9	76.1	77.3	78.6
27	63.8	64.9	66.1	67.2	68.4	69.5	70.7	72.0	73.1	74.4	75.7	77.0	78.2
28	63.2	64.4	65.6	66.6	67.9	69.0	70.3	71.5	72.7	73.9	75.2	76.5	77.8
29	62.8	64.0	65.1	66.3	67.4	68.6	69.8	71.1	72.2	73.5	74.7	76.0	77.3
+30	62.4	63.5	64.6	65.8	66.9	68.0	69.4	70.5	71.8	73.0	74.3	75.6	76.9

Tempe- ratur R.	90.	91.	92.	93.	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.	101.	102.
-25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	93.9	95.0	96.4	97.6	98.9	.	.	.	.	.	.	.	.
9	93.6	94.8	95.9	97.3	98.5	99.8	.	.	.	.	.	.	.
8	93.2	94.5	95.6	96.8	98.2	99.5	.	.	.	.	.	.	.
7	92.9	94.0	95.3	96.5	97.9	99.2	.	.	.	.	.	.	.
6	92.6	93.7	95.0	96.2	97.4	98.9	.	.	.	.	.	.	.
5	92.3	93.4	94.6	95.9	97.1	98.5	99.8	.	.	.	.	.	.
4	91.9	93.2	94.3	95.6	96.8	98.2	89.5	.	.	.	.	.	.
3	91.6	92.9	94.0	95.3	96.5	97.9	99.2	.	.	.	.	.	.
2	91.4	92.6	93.7	95.0	96.2	97.6	98.9	.	.	.	.	.	.
-1	90.9	92.2	93.4	94.8	95.9	97.1	98.5	99.8	.	.	.	.	.
0	90.6	91.9	93.2	94.5	95.6	97.0	98.4	99.7	.	.	.	.	.
+1	90.2	91.5	92.7	94.0	95.3	96.7	97.9	99.4	.	.	.	.	.
2	89.8	91.2	92.5	93.7	95.0	96.2	97.6	99.0	.	.	.	.	.
3	89.4	90.8	92.0	93.3	94.6	95.9	97.3	98.7	.	.	.	.	.
4	89.2	90.4	91.6	93.0	94.3	95.6	97.0	98.4	99.8	.	.	.	.
5	88.8	90.0	91.4	92.6	93.9	95.2	96.5	98.1	99.5	.	.	.	.
6	88.4	89.6	90.9	92.2	93.6	94.9	96.2	97.6	99.2	.	.	.	.
7	88.0	89.2	90.5	91.9	93.2	94.5	95.9	97.3	98.7	.	.	.	.
8	87.6	88.8	90.1	91.5	92.9	94.2	95.5	97.0	98.4	99.8	.	.	.
9	87.2	88.5	89.7	91.1	92.5	93.7	95.2	96.5	98.1	99.5	.	.	.
10	86.8	88.0	89.3	90.6	92.0	93.4	94.8	96.2	97.8	99.2	.	.	.
11	86.4	87.6	88.9	90.2	91.6	93.0	94.5	95.9	97.3	98.9	.	.	.
12	85.9	87.2	88.5	89.8	91.2	92.6	94.0	95.5	97.0	98.5	.	.	.
13	85.5	86.8	88.1	89.4	90.8	92.2	93.6	95.2	96.7	98.2	99.8	.	.
14	85.1	86.4	87.7	89.0	90.4	91.8	93.2	94.8	96.2	97.9	99.5	.	.
15	84.7	86.0	87.3	88.6	90.0	91.4	92.7	94.3	95.9	97.4	99.2	.	.
16	84.3	85.6	86.9	88.2	89.6	90.9	92.3	93.9	95.5	97.1	98.9	.	.
17	83.8	85.2	86.5	87.8	89.2	90.5	92.0	93.4	95.0	96.7	98.4	.	.
18	83.4	84.8	86.1	87.5	88.8	90.2	91.6	93.0	94.8	96.4	98.1	99.8	.
19	83.1	84.5	85.8	87.2	88.5	89.8	91.2	92.6	94.3	95.9	97.8	99.5	.
20	82.7	84.0	85.4	86.7	88.1	89.4	90.9	92.3	93.9	95.6	97.3	99.2	.
21	82.2	83.6	85.0	86.3	87.7	89.0	90.5	92.0	93.6	95.2	97.0	98.9	.
22	81.8	83.2	84.5	85.9	87.3	88.6	90.0	91.6	93.2	94.9	96.5	98.4	.
23	81.3	82.7	84.1	85.5	86.8	88.2	89.7	91.2	92.7	94.5	96.2	98.1	99.8
24	80.9	82.2	83.6	84.8	86.3	87.7	89.3	90.8	92.3	94.0	95.8	97.6	99.5
25	80.5	81.8	83.1	84.5	85.9	87.5	88.9	90.4	91.9	93.6	95.5	97.3	99.2
26	80.0	81.3	82.7	84.1	85.5	86.9	88.5	90.0	91.6	93.3	95.0	.	.
27	79.5	80.9	82.2	83.7	85.1	86.5	88.0	89.6	91.1	92.7	94.3	.	.
28	79.1	80.5	81.8	83.2	84.6	86.1	87.6	89.2	90.6	92.3	93.9	.	.
29	78.6	80.0	81.3	82.8	84.2	85.6	87.2	88.6	90.2	91.9	93.4	.	.
+30	78.2	79.5	81.0	82.3	83.8	85.2	86.8	88.2	89.8	91.5	93.0	.	.

Gewichtsprocente.

Tafel VIII.

Mischungen

von

verschiedenen Spiritussorten mit Wasser nach
Gewicht und Gewichtsprocenten.

1871-1872

Total

1871-1872

1871-1872

Tafel VIII.,

welche angiebt, wie viel Pfund Wasser zu 100 Pfund eines starken Weingeistes hinzugefügt werden müssen, um einen beliebigen schwächeren Weingeist zu erhalten.

	Procen te des stärkeren Weingeistes.									
	95.	94.	93.	92.	91.	90.	89.	88.	87.	86.
25	280.0	276.0	272.0	268.0	264.0	260.0	256.0	252.0	248.0	244.0
26	265.4	261.5	257.7	253.8	250.0	246.2	242.3	238.5	234.6	230.8
27	251.9	248.1	244.4	240.7	237.0	233.3	229.6	225.9	222.2	218.5
28	239.3	235.7	232.1	228.6	225.0	221.4	217.9	214.3	210.7	207.1
29	227.6	224.1	220.7	217.2	213.8	210.3	206.9	203.5	200.0	196.6
30	216.7	213.3	210.0	206.7	203.3	200.0	196.7	193.3	190.0	186.7
31	206.5	203.2	200.0	196.8	193.5	190.3	187.1	183.9	180.6	177.4
32	196.9	193.8	190.6	187.5	184.4	181.3	178.1	175.0	171.9	168.8
33	187.9	184.9	181.8	178.8	175.8	172.7	169.7	166.7	163.6	160.6
34	179.4	176.5	173.5	170.6	167.6	164.7	161.8	158.8	155.9	152.9
35	171.4	168.6	165.7	162.9	160.0	157.1	154.3	151.4	148.6	145.7
36	163.9	161.1	158.3	155.6	152.8	150.0	147.2	144.4	141.7	138.9
37	156.8	154.1	151.3	148.6	145.9	143.2	140.5	137.8	135.1	132.4
38	150.0	147.4	144.7	142.1	139.5	136.8	134.2	131.6	128.9	126.3
39	143.6	141.0	138.5	135.9	133.3	130.8	128.2	125.6	123.1	120.5
40	137.5	135.0	132.5	130.0	127.5	125.0	122.5	120.0	117.5	115.0
41	131.7	129.3	126.8	124.4	122.0	119.5	117.1	114.6	112.2	109.8
42	126.2	123.8	121.4	119.1	116.7	114.3	111.9	109.5	107.2	104.8
43	120.9	118.6	116.3	114.0	111.6	109.3	107.0	104.6	102.3	100.0
44	115.9	113.6	111.1	109.1	106.7	104.5	102.3	100.0	97.7	95.5
45	111.1	108.9	106.7	104.5	102.2	100.0	97.8	95.6	93.3	91.1
46	106.5	104.3	102.2	100.0	97.8	95.7	93.5	91.3	89.1	87.0
47	102.1	100.0	97.9	95.7	93.6	91.5	89.4	87.2	85.1	83.0
48	97.9	95.8	93.8	91.7	89.6	87.5	85.4	83.3	81.3	79.2
49	93.9	91.8	89.8	87.8	85.7	83.7	81.6	79.6	77.6	75.5
50	90.0	88.0	86.0	84.0	82.0	80.0	78.0	76.0	74.0	72.0
51	86.3	84.3	82.4	80.4	78.4	76.5	74.5	72.5	70.6	68.6
52	82.7	80.8	78.0	76.9	75.0	73.1	71.2	69.2	67.3	65.4
53	79.2	77.4	75.5	73.6	71.7	69.8	67.9	66.0	64.1	62.3
54	75.9	74.1	72.2	70.4	68.5	66.7	64.8	63.0	61.1	59.3
55	72.7	70.9	69.1	67.3	65.5	63.6	61.8	60.0	58.2	56.4
56	69.6	67.9	66.1	64.3	62.5	59.7	58.9	57.1	55.4	53.6
57	66.7	64.9	63.2	61.4	59.7	57.9	56.1	54.4	52.2	50.9
58	63.8	62.1	60.3	58.6	56.9	55.2	53.4	51.7	50.0	48.3
59	61.0	59.3	57.6	55.9	54.2	52.5	50.8	49.2	47.5	45.8
60	58.3	56.7	55.0	53.3	51.7	50.0	48.3	46.7	45.0	43.3
61	55.7	54.1	52.5	50.8	49.2	47.5	45.9	44.3	42.6	41.0
62	53.2	51.6	50.0	48.4	46.8	45.2	43.6	41.9	40.3	38.7
63	50.8	49.2	47.6	46.0	44.4	42.9	41.3	39.7	38.1	36.5
64	48.4	46.9	45.3	43.8	42.2	40.6	39.1	37.5	35.9	34.4

	95.	94.	93.	92.	91.	90.	89.	88.	87.	86.
65	46.2	44.6	43.1	41.5	40.0	38.5	36.9	35.4	33.8	32.3
66	43.9	42.4	40.9	39.4	37.9	36.4	34.8	33.3	31.8	30.3
67	41.8	40.3	38.8	37.3	35.8	34.3	32.8	31.3	29.9	28.4
68	39.7	38.2	36.8	35.3	33.8	32.4	30.9	29.4	27.9	26.5
69	37.7	36.2	34.8	33.3	31.9	30.4	29.0	27.5	26.1	24.6
70	35.7	34.3	32.9	31.4	30.0	28.6	27.1	25.7	24.3	22.9
71	33.8	32.4	31.0	29.6	28.2	26.8	25.3	23.9	22.5	21.1
72	31.9	30.6	29.2	27.8	26.4	25.0	23.6	22.2	20.8	19.4
73	30.1	28.8	27.4	26.0	24.7	23.3	21.9	20.6	19.2	17.8
74	28.4	27.0	25.6	24.3	23.0	21.6	20.3	18.9	17.6	16.2
75	26.7	25.3	24.0	22.7	21.3	20.0	18.7	17.3	16.0	14.7
76	25.0	23.7	22.4	21.1	19.7	18.4	17.1	15.8	14.5	13.2
77	23.4	22.1	20.8	19.5	18.2	16.9	15.6	14.3	13.0	11.7
78	21.8	20.5	19.2	18.0	16.7	15.4	14.1	12.8	11.6	10.3
79	20.3	19.0	17.7	16.5	15.2	13.9	12.7	11.4	10.1	8.9
80	18.8	17.5	16.3	15.0	13.8	12.5	11.3	10.0	8.8	7.5
81	17.3	16.0	14.8	13.6	12.3	11.1	9.9	8.6	7.4	6.2
82	15.9	14.6	13.4	12.2	11.0	9.8	8.5	7.3	6.1	4.9
83	14.5	13.3	12.0	10.8	9.6	8.4	7.2	6.0	4.8	3.6
84	13.1	11.9	10.7	9.5	8.3	7.2	6.0	4.8	3.6	2.4
85	11.8	10.6	9.4	8.2	7.1	5.9	4.7	3.5	2.3	1.2
86	10.5	9.3	8.1	7.0	5.8	4.7	3.5	2.3	1.2	0.0
87	9.2	8.1	6.9	5.8	4.7	3.5	2.3	1.2	0.0	.
88	8.0	6.8	5.7	4.6	3.4	2.3	1.2	0.0	.	.
89	6.7	5.6	4.5	3.3	2.2	1.1	0.0	.	.	.
90	5.6	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	.	.	.	.
91	4.4	3.3	2.2	1.1	0.0	.	.	.	.	.
92	3.3	2.2	1.1	0.0	.	.	.	.	.	.
93	2.2	1.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.
94	1.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.
95	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	85.	84.	83.	82.	81.	80.	79.	78.	77.	76.
25	240.0	236.0	232.0	228.0	224.0	220.0	216.0	212.0	208.0	204.0
26	226.9	223.1	219.2	215.4	211.5	207.7	203.9	200.0	196.2	192.3
27	214.8	211.1	207.4	203.7	200.0	196.3	192.6	188.9	185.2	181.5
28	203.6	200.0	196.4	192.9	189.3	185.7	182.1	178.6	175.0	171.4
29	193.1	189.7	186.2	182.8	179.3	175.9	172.4	169.0	165.5	162.1
30	183.3	180.0	176.7	173.3	170.0	166.7	163.3	160.0	156.7	153.3
31	174.2	171.0	167.7	164.5	161.3	158.1	154.8	151.6	148.4	145.2
32	165.6	162.6	159.4	156.3	153.1	150.0	146.9	143.8	140.6	137.5
33	157.6	154.6	151.5	148.5	145.5	142.4	139.4	136.4	133.3	130.3
34	150.0	147.1	144.1	141.2	138.2	135.3	132.6	129.4	126.5	123.5
35	142.9	140.0	137.1	134.3	131.4	128.6	125.7	122.9	120.0	117.1
36	136.1	133.3	130.5	127.8	125.0	122.2	119.4	116.7	113.9	111.1
37	129.7	127.0	124.3	121.6	118.9	116.2	113.5	110.8	108.1	105.4
38	123.7	121.0	118.4	115.8	113.2	110.5	107.9	105.3	102.6	100.0
39	117.9	115.4	112.8	110.3	107.7	104.1	102.6	100.0	97.4	94.9

	85.	84.	83.	82.	81.	80.	79.	78.	77.	76.
40	112.5	110.0	107.5	105.0	102.5	100.0	97.5	95.0	92.5	90.0
41	107.3	104.9	102.4	100.0	97.6	95.1	92.7	90.2	87.8	85.4
42	102.4	100.0	97.6	95.2	92.9	90.5	88.1	85.7	83.3	81.0
43	97.7	95.3	93.0	90.7	88.4	86.0	83.7	81.4	79.1	76.7
44	93.2	90.9	88.6	86.4	84.1	81.8	79.5	77.3	75.0	72.7
45	88.9	86.7	84.5	82.2	80.0	77.8	75.6	73.3	71.1	68.9
46	84.8	82.6	80.4	78.3	76.1	73.9	71.7	69.6	67.4	65.2
47	80.8	78.7	76.6	74.5	72.3	70.2	68.1	66.0	63.8	61.7
48	77.1	75.0	72.9	70.8	68.8	66.7	64.6	62.5	60.4	58.3
49	73.5	71.4	69.4	67.3	65.3	63.3	61.2	59.2	57.1	55.1
50	70.0	68.0	66.0	64.0	62.0	60.0	58.0	56.0	54.0	52.0
51	66.7	64.7	62.7	60.8	58.8	56.9	54.9	52.9	51.0	49.0
52	63.5	61.5	59.6	57.7	55.8	53.8	51.9	50.0	48.1	46.2
53	60.4	58.5	56.6	54.7	52.8	50.9	49.1	47.2	45.3	43.4
54	57.4	55.6	53.7	51.9	50.0	48.1	46.3	44.4	42.6	40.7
55	54.5	52.7	50.9	49.1	47.3	45.5	43.6	41.8	40.0	38.2
56	51.8	50.0	48.2	46.4	44.6	42.9	41.1	39.3	37.5	35.7
57	49.1	47.4	45.6	43.9	42.1	40.4	38.6	36.8	35.1	33.3
58	46.6	44.8	43.1	41.4	39.7	37.9	36.2	34.5	32.8	31.0
59	44.1	42.4	40.7	39.0	37.3	35.6	33.9	32.2	30.5	28.8
60	41.7	40.0	38.3	36.7	35.0	33.3	31.7	30.0	28.3	26.7
61	39.3	37.7	36.1	34.4	32.8	31.2	29.5	27.9	26.2	24.6
62	37.1	35.5	33.9	32.3	30.6	29.0	27.4	25.8	24.2	22.6
63	34.9	33.4	31.8	30.2	28.6	27.0	25.4	23.8	22.2	20.7
64	32.8	31.2	29.7	28.1	26.6	25.0	23.4	21.9	20.3	18.8
65	30.8	29.2	27.7	26.2	24.6	23.1	21.5	20.0	18.5	16.9
66	28.8	27.3	25.8	24.2	22.7	21.2	19.7	18.2	16.7	15.2
67	26.9	25.4	23.9	22.4	20.9	19.4	17.9	16.4	14.9	13.4
68	25.0	23.5	22.1	20.6	19.1	17.7	16.2	14.7	13.2	11.8
69	23.2	21.7	20.3	18.8	17.4	15.9	14.5	13.0	11.6	10.2
70	21.4	20.0	18.6	17.1	15.7	14.3	12.9	11.4	10.0	8.6
71	19.7	18.3	16.9	15.5	14.1	12.7	11.3	9.9	8.5	7.1
72	18.1	16.7	15.3	13.9	12.5	11.1	9.7	7.3	6.9	5.6
73	16.4	15.1	13.7	12.3	11.0	9.6	8.2	6.9	5.5	4.1
74	14.9	13.5	12.2	10.8	9.5	8.1	6.8	5.4	4.1	2.7
75	13.3	12.0	10.7	9.3	8.0	6.7	5.3	4.0	2.7	1.3
76	11.8	10.5	9.2	7.9	6.6	5.3	3.9	2.6	1.3	0.0
77	10.4	9.1	7.8	6.5	5.2	3.9	2.6	1.3	0.0	.
78	9.0	7.7	6.4	5.2	3.9	2.6	1.3	0.0	.	.
79	7.6	6.3	5.1	3.8	2.5	1.3	0.0	.	.	.
80	6.3	5.0	3.8	2.5	1.3	0.0	.	.	.	.
81	4.9	3.7	2.5	1.2	0.0	.	.	.	.	.
82	3.7	2.4	1.2	0.0	.	.	.	.	.	.
83	2.4	1.2	0.0	.	.	.	.	.	.	.
84	1.2	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.
85	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	75.	74.	73.	72.	71.	70.	69.	68.	67.	66.
25	200.0	196.0	192.0	188.0	184.0	180.0	176.0	172.0	168.0	164.0
26	188.5	184.6	180.8	176.9	173.1	169.2	165.4	161.5	157.7	153.8
27	177.8	174.1	170.4	166.7	163.0	159.3	155.6	151.9	148.2	144.4
28	167.9	164.3	160.7	157.1	153.6	150.0	146.4	142.9	139.3	135.7
29	158.6	155.2	151.6	148.2	144.8	141.4	137.8	134.5	131.0	127.6

	75.	74.	73.	72.	71.	70.	69.	68.	67.	66.
30	150.0	146.7	143.3	140.0	136.7	133.3	130.0	126.7	123.3	120.0
31	147.9	138.6	135.5	132.3	129.0	125.8	122.6	119.3	116.1	112.9
32	134.4	131.3	128.1	125.0	121.9	118.8	115.6	112.5	109.4	106.3
33	127.3	124.3	121.2	118.2	115.2	112.1	109.1	106.1	103.0	100.0
34	120.6	117.6	114.7	111.8	108.8	105.9	102.9	100.0	97.1	94.1
35	114.3	111.4	108.6	105.7	102.9	100.0	97.1	94.3	91.4	88.6
36	108.3	105.5	102.3	100.0	97.2	94.4	91.7	88.9	86.1	83.3
37	102.7	100.0	97.3	94.6	91.9	89.2	86.5	83.8	81.1	78.4
38	97.4	94.7	92.1	89.5	86.8	84.2	81.6	78.9	76.3	73.7
39	92.3	89.7	87.2	84.6	82.1	79.5	76.9	74.4	71.8	69.2
40	87.5	85.0	82.5	80.0	77.5	75.0	72.5	70.0	67.5	65.0
41	82.9	80.5	78.0	75.6	73.2	70.7	68.3	65.9	63.4	61.0
42	78.6	76.2	73.8	71.4	69.0	66.7	64.3	61.9	59.5	57.1
43	74.4	72.1	69.8	67.4	65.1	62.8	60.5	58.1	55.8	53.5
44	70.5	68.2	65.9	63.6	61.4	59.1	56.8	54.5	52.3	50.0
45	66.7	64.5	62.2	60.0	57.8	55.6	53.3	51.1	48.9	46.7
46	63.0	60.9	58.7	56.5	54.3	52.2	50.0	47.8	45.7	43.5
47	59.6	57.4	55.3	53.2	51.1	48.9	46.8	44.7	42.6	40.4
48	56.3	54.2	52.1	50.0	47.9	45.8	43.8	41.7	39.6	37.5
49	53.1	51.0	49.0	46.9	44.9	42.9	40.8	38.8	36.7	34.7
50	50.0	48.0	46.0	44.0	42.0	40.0	38.0	36.0	34.0	32.0
51	47.0	45.1	43.1	41.2	39.2	37.3	35.3	33.3	31.4	29.4
52	44.2	42.3	40.4	38.5	36.5	34.6	32.7	30.8	28.8	26.9
53	41.5	39.6	37.7	35.8	34.0	32.1	30.2	28.3	26.4	24.5
54	38.9	37.0	35.2	33.3	31.5	29.6	27.8	25.9	24.1	22.2
55	36.4	34.5	32.7	30.9	29.1	27.3	25.5	23.6	21.8	20.0
56	33.9	32.1	30.4	28.6	26.8	25.0	23.2	21.4	19.6	17.9
57	31.6	29.8	28.1	26.3	24.6	22.8	21.1	19.3	17.5	15.8
58	29.3	27.6	25.9	24.1	22.4	20.7	19.0	17.2	15.5	13.8
59	27.1	25.4	23.7	22.0	20.3	18.6	16.9	15.3	13.6	11.9
60	25.0	23.3	21.7	20.0	18.3	16.7	15.0	13.3	11.7	10.0
61	23.0	21.3	19.7	18.0	16.4	14.8	13.1	11.5	9.8	8.2
62	21.0	19.4	17.8	16.2	14.6	13.0	11.4	9.8	8.2	6.5
63	19.1	17.5	15.9	14.3	12.7	11.1	9.5	8.0	6.4	4.8
64	17.2	15.6	14.1	12.5	10.9	9.4	7.8	6.3	4.7	3.1
65	15.4	13.8	12.3	10.8	9.2	7.7	6.2	4.6	3.1	1.5
66	13.6	12.1	10.6	10.0	7.6	6.1	4.5	3.0	1.5	0.0
67	11.9	10.4	9.0	7.5	6.0	4.5	3.0	1.5	0.0	.
68	10.3	8.8	7.4	5.9	4.4	2.9	1.5	0.0	.	.
69	8.7	7.3	5.8	4.4	2.9	1.5	0.0	.	.	.
70	7.1	5.7	4.3	2.9	1.4	0.0	.	.	.	.
71	5.6	4.2	2.8	1.4	0.0	.	.	.	.	.
72	4.2	2.8	1.4	0.0	.	.	.	.	.	.
73	2.7	1.4	0.0	.	.	.	.	.	.	.
74	1.4	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.
75	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	65.	64.	63.	62.	61.	60.	59.	58.	57.	56.
25	160.0	156.0	152.0	148.0	144.0	140.0	136.0	132.0	128.0	124.0
26	150.0	146.2	142.3	138.5	134.6	130.8	126.9	123.1	119.2	115.4
27	140.7	137.0	133.3	129.6	125.9	122.2	118.5	114.8	111.1	107.4
28	132.1	128.6	125.0	121.4	117.9	114.3	110.7	107.1	103.6	100.0
29	124.1	120.7	117.2	113.8	110.4	106.9	103.5	100.0	96.6	93.1

	65.	64.	63.	62.	61.	60.	59.	58.	57.	56.
30	116.7	113.3	110.0	106.7	103.3	100.0	96.7	93.3	90.0	86.7
31	109.7	106.5	103.2	100.0	96.8	93.5	90.3	87.1	83.9	80.6
32	103.1	100.0	96.9	93.8	90.6	87.5	84.4	81.3	78.1	75.0
33	97.0	93.9	90.9	87.9	84.9	81.8	78.8	75.8	72.7	69.7
34	91.2	88.2	85.3	82.4	79.4	76.5	73.5	70.6	67.6	64.7
35	85.7	82.9	80.0	77.1	74.3	71.4	68.6	65.7	62.9	60.0
36	80.5	77.8	75.0	72.2	69.4	66.7	63.9	61.1	58.3	55.5
37	75.7	73.0	70.3	67.6	64.9	62.2	59.5	56.8	54.1	51.3
38	71.0	68.4	65.8	63.2	60.5	57.9	55.3	52.6	50.0	47.4
39	66.7	64.1	61.5	59.0	56.7	53.8	51.3	48.7	46.2	43.6
40	62.5	60.0	57.5	55.0	52.5	50.0	47.5	45.0	42.5	40.0
41	58.5	56.1	53.7	51.2	48.8	46.3	43.9	41.5	39.0	36.6
42	54.8	52.4	50.0	47.6	45.2	42.9	40.5	38.1	35.7	33.3
43	51.2	48.8	46.5	44.2	41.9	39.4	37.2	34.9	32.5	30.1
44	47.7	45.5	43.2	40.9	38.6	36.4	34.1	31.8	29.5	27.3
45	44.5	42.2	40.0	37.8	35.6	33.3	31.1	28.9	26.7	24.5
46	41.3	39.1	37.0	34.8	32.6	30.4	28.3	26.1	23.9	21.7
47	38.3	36.2	34.0	31.9	29.8	27.7	25.5	23.4	21.3	19.1
48	35.4	33.3	31.3	29.3	27.1	25.0	22.9	20.8	18.8	16.7
49	32.7	30.6	28.6	26.5	24.5	22.4	20.4	18.4	16.3	14.3
50	30.0	28.0	26.0	24.0	22.0	20.0	18.0	16.0	14.0	12.0
51	27.4	25.5	23.5	21.5	19.6	17.6	15.7	13.7	11.7	9.8
52	25.0	23.1	21.2	19.2	17.3	15.4	13.5	11.5	9.6	7.7
53	22.6	20.8	18.9	17.0	15.1	13.2	11.3	9.4	7.5	5.7
54	20.4	18.5	16.7	14.8	13.0	11.1	9.3	7.4	5.6	3.7
55	18.2	16.4	14.5	12.7	10.9	9.1	7.3	5.5	2.6	1.8
56	16.1	14.3	12.5	10.7	8.9	7.1	5.4	3.6	1.8	0.0
57	14.0	12.3	10.5	8.8	7.0	5.3	3.5	1.8	0.0	.
58	12.1	10.3	8.6	6.9	5.2	3.5	1.7	0.0	.	.
59	10.2	8.5	6.8	5.1	3.4	1.7	0.0	.	.	.
60	8.3	6.7	5.0	3.3	1.7	0.0	.	.	.	.
61	6.6	4.9	3.3	1.6	0.0	.	.	.	.	.
62	4.9	3.3	1.7	0.0	.	.	.	.	.	.
63	3.2	1.6	0.0	.	.	.	.	.	.	.
64	1.6	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.
65	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	55.	54.	53.	52.	51.	50.	49.	48.	47.	46.
25	120.0	116.0	112.0	108.0	104.0	100.0	96.0	92.0	88.0	84.0
26	111.5	107.7	103.9	100.0	96.2	92.3	88.5	84.6	80.8	76.9
27	103.7	100.0	96.3	92.6	88.9	85.2	81.5	77.8	74.1	70.4
28	96.4	92.9	89.3	85.7	82.1	78.6	75.0	71.4	67.9	64.3
29	89.7	86.2	82.8	79.3	75.9	72.4	69.0	65.5	62.1	58.6
30	83.3	80.0	76.7	73.3	70.0	66.7	63.3	60.0	56.7	53.3
31	77.4	74.2	71.0	67.7	64.5	61.3	58.1	54.8	51.6	48.4
32	71.9	68.8	65.6	62.5	59.4	56.3	53.1	50.0	46.9	43.8
33	66.7	63.6	60.6	57.6	54.5	51.5	48.5	45.5	42.4	39.4
34	61.8	58.8	55.9	52.9	50.0	47.1	44.1	41.2	38.2	35.3
35	57.1	54.3	51.4	48.6	45.7	42.9	40.0	37.1	34.3	31.4
36	52.8	50.0	47.2	44.4	41.7	38.9	36.1	33.3	30.5	27.8
37	48.6	45.9	43.2	40.5	37.8	35.1	32.4	29.7	27.0	24.3
38	44.7	42.1	39.5	36.8	34.2	31.6	28.9	26.3	23.7	21.0
39	41.0	38.5	35.9	33.3	30.8	28.2	25.6	23.1	20.5	18.0

Allerhand Hülftafeln.

IX — XIII.

Alfred H. H. H. H.

17. 21

IX.

Hülftafel,

welche die Raumverhältnisse angiebt, die jedem Volumenprocentgehalt entsprechen von $\frac{1}{10}\%$ zu $\frac{1}{10}\%$. Die Raumverhältnisse sind die bei der Normaltemperatur von $12,4^\circ$, auf Wasser von der Normaltemperatur bezogen.

Volumen- procente.	Raumver- hältniss.	Volumen- procente.	Raumver- hältniss.	Volumen- procente.	Raumver- hältniss.	Volumen- procente.	Raumver- hältniss.	Volumen- procente.	Raumver- hältniss.
100.0	1.2585	95.5	1.2278	91.0	1.2039	86.5	1.1833	82.0	1.1651
99.9	2577	95.4	2272	90.9	2035	86.4	1829	81.9	1647
99.8	2570	95.3	2266	90.8	2030	86.3	1825	81.8	1643
99.7	2562	95.2	2261	90.7	2025	86.2	1820	81.7	1640
99.6	2554	95.1	2255	90.6	2020	86.1	1816	81.6	1636
99.5	2546	95.0	2249	90.5	2016	86.0	1812	81.5	1632
99.4	2539	94.9	2243	90.4	2011	85.9	1808	81.4	1628
99.3	2531	94.8	2238	90.3	2006	85.8	1804	81.3	1624
99.2	2523	94.7	2232	90.2	2001	85.7	1799	81.2	1621
99.1	2515	94.6	2227	90.1	1997	85.6	1795	81.1	1617
99.0	2508	94.5	2221	90.0	1992	85.5	1791	81.0	1613
98.9	2501	94.4	2216	89.9	1987	85.4	1787	80.9	1609
98.8	2493	94.3	2210	89.8	1982	85.3	1783	80.8	1606
98.7	2486	94.2	2205	89.7	1977	85.2	1779	80.7	1602
98.6	2479	94.1	2199	89.6	1972	85.1	1774	80.6	1598
98.5	2472	94.0	2194	89.5	1967	85.0	1770	80.5	1594
98.4	2465	93.9	2188	89.4	1963	84.9	1766	80.4	1590
98.3	2458	93.8	2183	89.3	1958	84.8	1762	80.3	1587
98.2	2451	93.7	2178	89.2	1953	84.7	1758	80.2	1583
98.1	2443	93.6	2172	89.1	1948	84.6	1754	80.1	1579
98.0	2436	93.5	2167	89.0	1943	84.5	1750	80.0	1575
97.9	2430	93.4	2162	88.9	1939	84.4	1745	79.9	1572
97.8	2423	93.3	2156	88.8	1934	84.3	1741	79.8	1568
97.7	2416	93.2	2151	88.7	1930	84.2	1737	79.7	1565
97.6	2410	93.1	2146	88.6	1925	84.1	1733	79.6	1561
97.5	2403	93.0	2140	88.5	1920	84.0	1729	79.5	1558
97.4	2397	92.9	2135	88.4	1916	83.9	1725	79.4	1555
97.3	2390	92.8	2130	88.3	1911	83.8	1721	79.3	1551
97.2	2383	92.7	2125	88.2	1907	83.7	1717	79.2	1548
97.1	2377	92.6	2120	88.1	1902	83.6	1713	79.1	1544
97.0	2370	92.5	2115	88.0	1898	83.5	1709	79.0	1541
96.9	2364	92.4	2109	87.9	1893	83.4	1705	78.9	1537
96.8	2358	92.3	2104	87.8	1889	83.3	1701	78.8	1533
66.7	2351	92.2	2099	87.7	1885	83.2	1697	78.7	1529
96.6	2345	92.1	2094	87.6	1880	83.1	1693	78.6	1526
96.5	2339	92.0	2089	87.5	1876	83.0	1689	78.5	1522
96.4	2333	91.9	2084	87.4	1871	82.9	1685	78.4	1518
96.3	2326	91.8	2079	87.3	1867	82.8	1681	78.3	1515
96.2	2320	91.7	2074	87.2	1863	82.7	1678	78.2	1511
96.1	2314	91.6	2069	87.1	1858	82.6	1674	78.1	1507
96.0	2308	91.5	2064	87.0	1854	82.5	1670	78.0	1503
95.9	2302	91.4	2059	86.9	1850	82.4	1666	77.9	1500
95.8	2296	91.3	2054	86.8	1846	82.3	1662	77.8	1496
95.7	2290	91.2	2049	86.7	1841	82.2	1658	77.7	1493
95.6	2284	91.1	2044	86.6	1837	82.1	1655	77.6	1489

%	R.	%	R.	%	R.	%	R.	%	R.
77.5	1.1486	72.0	1.1299	66.5	1.1130	61.0	1.0974	55.5	1.0833
77.4	1482	71.9	1296	66.4	1127	60.9	0972	55.4	0830
77.3	1479	71.8	1293	66.3	1124	60.8	0969	55.3	0828
77.2	1475	71.7	1290	66.2	1121	60.7	0967	55.2	0825
77.1	1471	71.6	1287	66.1	1118	60.6	0964	55.1	0823
77.0	1468	71.5	1283	66.0	1115	60.5	0961	55.0	0820
76.9	1464	71.4	1280	65.9	1112	60.4	0959	54.9	0818
76.8	1461	71.3	1277	65.8	1109	60.3	0956	54.8	0815
76.7	1457	71.2	1274	65.7	1106	60.2	0953	54.7	0813
76.6	1454	71.1	1271	65.6	1103	60.1	0951	54.6	0810
76.5	1450	71.0	1268	65.5	1100	60.0	0948	54.5	0807
76.4	1447	70.9	1264	65.4	1097	59.9	0945	54.4	0805
76.3	1443	70.8	1261	65.3	1094	59.8	0943	54.3	0802
76.2	1440	70.7	1258	65.2	1091	59.7	0940	54.2	0800
76.1	1436	70.6	1255	65.1	1088	59.6	0938	54.1	0797
76.0	1433	70.5	1252	65.0	1085	59.5	0935	54.0	0795
75.9	1429	70.4	1249	64.9	1082	59.4	0932	53.9	0792
75.8	1426	70.3	1245	64.8	1080	59.3	0930	53.8	0790
75.7	1422	70.2	1242	64.7	1077	59.2	0927	53.7	0788
75.6	1419	70.1	1239	64.6	1074	59.1	0924	53.6	0786
75.5	1416	70.0	1236	64.5	1071	59.0	0922	53.5	0784
75.4	1412	69.9	1233	64.4	1068	58.9	0919	53.4	0781
75.3	1409	69.8	1230	64.3	1065	58.8	0917	53.3	0779
75.2	1405	69.7	1226	64.2	1063	58.7	0914	53.2	0777
75.1	1402	69.6	1223	64.1	1060	58.6	0911	53.1	0775
75.0	1399	69.5	1220	64.0	1057	58.5	0909	53.0	0772
74.9	1395	69.4	1217	63.9	1054	58.4	0906	52.9	0770
74.8	1392	69.3	1214	63.8	1051	58.3	0903	52.8	0768
74.7	1388	69.2	1211	63.7	1049	58.2	0901	52.7	0765
74.6	1385	69.1	1207	63.6	1046	58.1	0898	52.6	0763
74.5	1382	69.0	1204	63.5	1043	58.0	0896	52.5	0761
74.4	1378	68.9	1201	63.4	1040	57.9	0893	52.4	0758
74.3	1375	68.8	1198	63.3	1037	57.8	0890	52.3	0756
74.2	1372	68.7	1195	63.2	1035	57.7	0888	52.2	0754
74.1	1368	68.6	1192	63.1	1032	57.6	0885	52.1	0751
74.0	1365	68.5	1189	63.0	1029	57.5	0883	52.0	0749
73.9	1362	68.4	1186	62.9	1026	57.4	0880	51.9	0747
73.8	1358	68.3	1183	62.8	1023	57.3	0877	51.8	0745
73.7	1355	68.2	1180	62.7	1021	57.2	0875	51.7	0742
73.6	1351	68.1	1177	62.6	1018	57.1	0872	51.6	0740
73.5	1348	68.0	1174	62.5	1015	57.0	0870	51.5	0738
73.4	1345	67.9	1171	62.4	1012	56.9	0867	51.4	0735
73.3	1341	67.8	1168	62.3	1009	56.8	0865	51.3	0733
73.2	1338	67.7	1165	62.2	1007	56.7	0862	51.2	0731
73.1	1335	67.6	1162	62.1	1004	56.6	0860	51.1	0728
73.0	1331	67.5	1160	62.0	1001	56.5	0857	51.0	0726
72.9	1328	67.4	1157	61.9	0998	56.4	0855	50.9	0724
72.8	1325	67.3	1154	61.8	0996	56.3	0852	50.8	0721
72.7	1322	67.2	1151	61.7	0993	56.2	0850	50.7	0719
72.6	1319	67.1	1148	61.6	0990	56.1	0847	50.6	0717
72.5	1315	67.0	1145	61.5	0988	56.0	0845	50.5	0715
72.4	1312	66.9	1142	61.4	0985	55.9	0842	50.4	0712
72.3	1309	66.8	1139	61.3	0982	55.8	0840	50.3	0710
72.2	1306	66.7	1136	61.2	0980	55.7	0838	50.2	0708
72.1	1303	66.6	1133	61.1	0977	55.6	0835	50.1	0705

%	R.	%	R.	%	R.	%	R.	%	R.
50.0	1.0703	44.5	1.0589	39.0	1.0488	33.5	1.0404	28.0	1.0334
49.9	0701	44.4	0587	38.9	0486	33.4	0403	27.9	0333
49.8	0699	44.3	0585	38.8	0484	33.3	0401	27.8	0331
49.7	0697	44.2	0584	38.7	0483	33.2	0400	27.7	0330
49.6	0694	44.1	0582	38.6	0481	33.1	0398	27.6	0329
49.5	0692	44.0	0580	38.5	0479	33.0	0397	27.5	0328
49.4	0690	43.9	0578	38.4	0478	32.9	0396	27.4	0327
49.3	0688	43.8	0576	38.3	0476	32.8	0394	27.3	0325
49.2	0686	43.7	0574	38.2	0474	32.7	0393	27.2	0324
49.1	0684	43.6	0572	38.1	0473	32.6	0391	27.1	0323
49.0	0681	43.5	0570	38.0	0471	32.5	0390	27.0	0322
48.9	0679	43.4	0568	37.9	0470	32.4	0389	26.9	0321
48.8	0677	43.3	0566	37.8	0468	32.3	0387	26.8	0320
48.7	0675	43.2	0564	37.7	0466	32.2	0386	26.7	0319
48.6	0673	43.1	0562	37.6	0465	32.1	0384	26.6	0318
48.5	0671	43.0	0560	37.5	0463	32.0	0383	26.5	0317
48.4	0668	42.9	0558	37.4	0461	31.9	0382	26.4	0316
48.3	0666	42.8	0556	37.3	0460	31.8	0380	26.3	0315
48.2	0664	42.7	0554	37.2	0458	31.7	0379	26.2	0313
48.1	0662	42.6	0552	37.1	0456	31.6	0378	26.1	0312
48.0	0660	42.5	0550	37.0	0455	31.5	0377	26.0	0311
47.9	0658	42.4	0548	36.9	0453	31.4	0375	25.9	0310
47.8	0656	42.3	0546	36.8	0452	31.3	0374	25.8	0309
47.7	0654	42.2	0544	36.7	0450	31.2	0373	25.7	0308
47.6	0652	42.1	0543	36.6	0449	31.1	0371	25.6	0307
47.5	0650	42.0	0541	36.5	0447	31.0	0370	25.5	0306
47.4	0648	41.9	0539	36.4	0446	30.9	0369	25.4	0304
47.3	0645	41.8	0537	36.3	0444	30.8	0368	25.3	0303
47.2	0643	41.7	0535	36.2	0443	30.7	0366	25.2	0302
47.1	0641	41.6	0534	36.1	0441	30.6	0365	25.1	0301
47.0	0639	41.5	0532	36.0	0439	30.5	0364	25.0	0300
46.9	0637	41.4	0530	35.9	0438	30.4	0362	24.9	0299
46.8	0635	41.3	0528	35.8	0437	30.3	0361	24.8	0298
46.7	0633	41.2	0526	35.7	0435	30.2	0360	24.7	0296
46.6	0631	41.1	0525	35.6	0434	30.1	0359	24.6	0295
46.5	0629	41.0	0523	35.5	0432	30.0	0357	24.5	0294
46.4	0627	40.9	0521	35.4	0431	29.9	0356	24.4	0293
46.3	0625	40.8	0519	35.3	0430	29.8	0355	24.3	0292
46.2	0623	40.7	0518	35.2	0428	29.7	0354	24.2	0291
46.1	0621	40.6	0516	35.1	0427	29.6	0353	24.1	0290
46.0	0619	40.5	0514	35.0	0425	29.5	0351	24.0	0289
45.9	0617	40.4	0512	34.9	0424	29.4	0350	23.9	0288
45.8	0615	40.3	0511	34.8	0422	29.3	0349	23.8	0287
45.7	0613	40.2	0909	34.7	0421	29.2	0348	23.7	0286
45.6	0611	40.1	0507	34.6	0420	29.1	0347	23.6	0285
45.5	0609	40.0	0505	34.5	0418	29.0	0345	23.5	0284
45.4	0607	39.9	0503	34.4	0417	28.9	0344	23.4	0283
45.3	0605	39.8	0502	34.3	0415	28.8	0343	23.3	0282
45.2	0603	39.7	0500	34.2	0414	28.7	0342	23.2	0281
45.1	0601	39.6	0498	34.1	0413	28.6	0341	23.1	0280
45.0	0599	39.5	0496	34.0	0411	28.5	0340	23.0	0279
44.9	0597	39.4	0495	33.9	0410	28.4	0338	22.9	0277
44.8	0595	39.3	0493	33.8	0408	28.3	0337	22.8	0276
44.7	0593	39.2	0491	33.7	0407	28.2	0336	22.7	0275
44.6	0591	39.1	0489	33.6	0406	28.1	0335	22.6	0274

%	R.	%	R.	%	R.	%	R.	%	R.
22.5	1.0273	18.0	1.0225	13.5	1.0177	9.0	1.0123	4.5	1.0065
22.4	0272	17.9	0224	13.4	0175	8.9	0122	4.4	0064
22.3	0270	17.8	0223	13.3	0174	8.8	0121	4.3	0062
22.2	0269	17.7	0222	13.2	0173	8.7	0120	4.2	0061
22.1	0268	17.6	0221	13.1	0172	8.6	0119	4.1	0059
22.0	0267	17.5	0220	13.0	0171	8.5	0117	4.0	0058
21.9	0266	17.4	0219	12.9	0170	8.4	0116	3.9	0057
21.8	0265	17.3	0218	12.8	0169	8.3	0115	3.8	0055
21.7	0264	17.2	0217	12.7	0167	8.2	0114	3.7	0054
21.6	0263	17.1	0216	12.6	0166	8.1	0112	3.6	0052
21.5	0262	17.0	0214	12.5	0165	8.0	0111	3.5	0051
21.4	0261	16.9	0213	12.4	0164	7.9	0110	3.4	0050
21.3	0260	16.8	0212	12.3	0163	7.8	0109	3.3	0048
21.2	0258	16.7	0211	12.2	0162	7.7	0107	3.2	0047
21.1	0257	16.6	0210	12.1	0161	7.6	0106	3.1	0046
21.0	0256	16.5	0209	12.0	0159	7.5	0105	3.0	0044
20.9	0255	16.4	0208	11.9	0158	7.4	0104	2.9	0043
20.8	0254	16.3	0207	11.8	0157	7.3	0103	2.8	0041
20.7	0253	16.2	0206	11.7	0156	7.2	0101	2.7	0040
20.6	0252	16.1	0205	11.6	0155	7.1	0100	2.6	0039
20.5	0251	16.0	0204	11.5	0154	7.0	0099	2.5	0037
20.4	0250	15.9	0203	11.4	0153	6.9	0098	2.4	0036
20.3	0249	15.8	0202	11.3	0152	6.8	0096	2.3	0034
20.2	0248	15.7	0201	11.2	0150	6.7	0095	2.2	0033
20.1	0247	15.6	0199	11.1	0149	6.6	0094	2.1	0031
20.0	0246	15.5	0198	11.0	0148	6.5	0092	2.0	0.0301
19.9	0245	15.4	0197	10.9	0147	6.4	0091	1.9	0286
19.8	0244	15.3	0196	10.8	0146	6.3	0090	1.8	0271
19.7	0243	15.2	0195	10.7	0144	6.2	0088	1.7	0256
19.6	0242	15.1	0194	10.6	0143	6.1	0087	1.6	0241
19.5	0241	15.0	0193	10.5	0142	6.0	0086	1.5	0226
19.4	0240	14.9	0192	10.4	0141	5.9	0084	1.4	0210
19.3	0239	14.8	0190	10.3	0139	5.8	0083	1.3	0195
19.2	0237	14.7	0189	10.2	0138	5.7	0082	1.2	0180
19.1	0236	14.6	0188	10.1	0137	5.6	0080	1.1	0165
19.0	0235	14.5	0187	10.0	0136	5.5	0079	1.0	0150
18.9	0234	14.4	0186	9.9	0135	5.4	0078	0.9	0135
18.8	0233	14.3	0185	9.8	0133	5.3	0076	0.8	0120
18.7	0232	14.2	0184	9.7	0132	5.2	0075	0.7	0105
18.6	0231	14.1	0183	9.6	0131	5.1	0074	0.6	0090
18.5	0230	14.0	0182	9.5	0130	5.0	0072	0.5	0075
18.4	0229	13.9	0181	9.4	0128	4.9	0071	0.4	0060
18.3	0228	13.8	0180	9.3	0127	4.8	0070	0.3	0045
18.2	0227	13.7	0179	9.2	0126	4.7	0068	0.2	0030
18.1	0226	13.6	0178	9.1	0125	4.6	0067	0.1	0015

$1 + \frac{1}{10}$ und $\frac{1}{2}$ Aug. b.
 $2\frac{1}{2} \%$ $1 + \frac{2}{10} = 1,02$
 $= 1,0015$

X.

Hülftafel,

welche die Raumverhältnisse der weingeistigen Flüssigkeiten angiebt, die jedem Gewichtsprocentgehalt entsprechen, von $\frac{1}{10}\%$ zu $\frac{1}{10}\%$ berechnet. Die Raumverhältnisse beziehen sich auf Wasser von $12,4^\circ \text{R.}$, die weingeistige Flüssigkeit bei derselben Temperatur genommen.

·/.	R.	·/.	R.	·/.	R.	·/.	R.	·/.	R.
100	1.2585	95.5	1.2377	91.0	1.2191	86.5	1.2019	82.0	1.1855
99.9	2580	95.4	2373	90.9	2187	86.4	2015	81.9	1852
99.8	2575	95.3	2368	90.8	2183	86.3	2011	81.8	1848
99.7	2571	95.2	2364	90.7	2179	86.2	2008	81.7	1845
99.6	2566	95.1	2359	90.6	2175	86.1	2004	81.6	1842
99.5	2561	95.0	2355	90.5	2172	86.0	2000	81.5	1839
99.4	2556	94.9	2351	90.4	2168	85.9	1996	81.4	1835
99.3	2551	94.8	2346	90.3	2164	85.8	1993	81.3	1832
99.2	2547	94.7	2342	90.2	2160	85.7	1989	81.2	1829
99.1	2542	94.6	2338	90.1	2156	85.6	1985	81.1	1825
99.0	2537	94.5	2334	90.0	2152	85.5	1982	81.0	1822
98.9	2532	94.4	2329	89.9	2148	85.4	1978	80.9	1819
98.8	2528	94.3	2325	89.8	2144	85.3	1974	80.8	1815
98.7	2523	94.2	2321	89.7	2140	85.2	1970	80.7	1812
98.6	2519	94.1	2316	89.6	2136	85.1	1967	80.6	1808
98.5	2514	94.0	2312	89.5	2132	85.0	1963	80.5	1805
98.4	2509	93.9	2308	89.4	2128	84.9	1959	80.4	1801
98.3	2505	93.8	2304	89.3	2124	84.8	1956	80.3	1798
98.2	2500	93.7	2300	89.2	2120	84.7	1952	80.2	1794
98.1	2496	93.6	2296	89.1	2116	84.6	1948	80.1	1791
98.0	2491	93.5	2292	89.0	2112	84.5	1945	80.0	1787
97.9	2486	93.4	2288	88.9	2108	84.4	1941	79.9	1784
97.8	2482	93.3	2284	88.8	2104	84.3	1937	79.8	1780
97.7	2477	93.2	2280	88.7	2101	84.2	1933	79.7	1777
97.6	2472	93.1	2276	88.6	2097	84.1	1930	79.6	1773
97.5	2468	93.0	2272	88.5	2093	84.0	1926	79.5	1770
97.4	2463	92.9	2268	88.4	2089	83.9	1923	79.4	1767
97.3	2458	92.8	2264	88.3	2085	83.8	1919	79.3	1763
97.2	2453	92.7	2260	88.2	2082	83.7	1916	79.2	1760
97.1	2449	92.6	2256	88.1	2078	83.6	1912	79.1	1756
97.0	2444	92.5	2252	88.0	2074	83.5	1909	79.0	1753
96.9	2440	92.4	2247	87.9	2070	83.4	1906	78.9	1750
96.8	2435	92.3	2243	87.8	2067	83.3	1902	78.8	1746
96.7	2431	92.2	2239	87.7	2063	83.2	1899	78.7	1743
96.6	2426	92.1	2235	87.6	2060	83.1	1895	78.6	1739
96.5	2422	92.0	2231	87.5	2056	83.0	1892	78.5	1736
96.4	2417	91.9	2227	87.4	2052	82.9	1888	78.4	1733
96.3	2413	91.8	2223	87.3	2049	82.8	1885	78.3	1729
96.2	2408	91.7	2219	87.2	2045	82.7	1881	78.2	1726
96.1	2404	91.6	2215	87.1	2042	82.6	1877	78.1	1722
96.0	2399	91.5	2211	87.0	2038	82.5	1874	78.0	1719
95.0	2395	91.4	2207	86.9	2034	82.4	1870	77.9	1716
95.8	2390	91.3	2203	86.8	2030	82.3	1866	77.8	1712
95.7	2386	91.2	2199	86.7	2027	82.2	1862	77.7	1709
95.6	2381	91.1	2195	86.6	2023	82.1	1859	77.6	1706

°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.
77.5	1.1703	72.0	1.1526	66.5	1.1355	61.0	1.1192	55.5	1.1037
77.4	1699	71.9	1523	66.4	1352	60.9	1189	55.4	1034
77.3	1696	71.8	1520	66.3	1349	60.8	1186	55.3	1031
77.2	1693	71.7	1516	66.2	1346	60.7	1183	55.2	1029
77.1	1689	71.6	1513	66.1	1343	60.6	1180	55.1	1026
77.0	1686	71.5	1510	66.0	1340	60.5	1178	55.0	1023
76.9	1683	71.4	1507	65.9	1337	60.4	1175	54.9	1020
76.8	1680	71.3	1504	65.8	1334	60.3	1172	54.8	1018
76.7	1676	71.2	1500	65.7	1331	60.2	1169	54.7	1015
76.6	1673	71.1	1497	65.6	1328	60.1	1166	54.6	1012
76.5	1670	71.0	1494	65.5	1325	60.0	1163	54.5	1010
76.4	1667	70.9	1491	65.4	1322	59.9	1160	54.4	1007
76.3	1664	70.8	1488	65.3	1319	59.8	1157	54.3	1004
76.2	1660	70.7	1485	65.2	1316	59.7	1155	54.2	1001
76.1	1657	70.6	1482	65.1	1313	59.6	1152	54.1	0999
76.0	1654	70.5	1479	65.0	1310	59.5	1149	54.0	0996
75.9	1651	70.4	1475	64.9	1307	59.4	1146	53.9	0993
75.8	1647	70.3	1472	64.8	1304	59.3	1143	53.8	0991
75.7	1644	70.2	1469	64.7	1301	59.2	1141	53.7	0988
75.6	1641	70.1	1466	64.6	1298	59.1	1138	53.6	0986
75.5	1638	70.0	1463	64.5	1295	59.0	1135	53.5	0983
75.4	1634	69.9	1460	64.4	1292	58.9	1132	53.4	0980
75.3	1631	69.8	1457	64.3	1289	58.8	1129	53.3	0978
75.2	1628	69.7	1453	64.2	1286	58.7	1126	53.2	0975
75.1	1624	69.6	1450	64.1	1283	58.6	1123	53.1	0973
75.0	1621	69.5	1447	64.0	1280	58.5	1121	53.0	0970
74.9	1618	69.4	1444	63.9	1277	58.4	1118	52.9	0967
74.8	1615	69.3	1441	63.8	1274	58.3	1115	52.8	0965
74.7	1611	69.2	1437	63.7	1271	58.2	1112	52.7	0962
74.6	1608	69.1	1434	63.6	1268	58.1	1109	52.6	0959
74.5	1605	69.0	1431	63.5	1266	58.0	1106	52.5	0957
74.4	1602	68.9	1428	63.4	1263	57.9	1103	52.4	0954
74.3	1599	68.8	1425	63.3	1260	57.8	1100	52.3	0951
74.2	1595	68.7	1422	63.2	1257	57.7	1098	52.2	0948
74.1	1592	68.6	1419	63.1	1254	57.6	1095	52.1	0946
74.0	1589	68.5	1416	63.0	1251	57.5	1092	52.0	0943
73.9	1586	68.4	1412	62.9	1248	57.4	1089	51.9	0940
73.8	1583	68.3	1409	62.8	1245	57.3	1086	51.8	0938
73.7	1580	68.2	1406	62.7	1242	57.2	1084	51.7	0935
73.6	1577	68.1	1403	62.6	1239	57.1	1081	51.6	0933
73.5	1574	68.0	1400	62.5	1237	57.0	1078	51.5	0930
73.4	1570	67.9	1397	62.4	1234	56.9	1075	51.4	0927
73.3	1567	67.8	1394	62.3	1231	56.8	1073	51.3	0925
73.2	1564	67.7	1391	62.2	1228	56.7	1070	51.2	0922
73.1	1561	67.6	1388	62.1	1225	56.6	1067	51.1	0920
73.0	1558	67.5	1385	62.0	1222	56.5	1065	51.0	0917
72.9	1555	67.4	1382	61.9	1219	56.4	1062	50.9	0914
72.8	1552	67.3	1379	61.8	1216	56.3	1059	50.8	0912
72.7	1548	67.2	1376	61.7	1213	56.2	1056	50.7	0909
72.6	1545	67.1	1373	61.6	1210	56.1	1054	50.6	0906
72.5	1542	67.0	1370	61.5	1207	56.0	1051	50.5	0904
72.4	1539	66.9	1367	61.4	1204	55.9	1048	50.4	0901
72.3	1536	66.8	1364	61.3	1201	55.8	1045	50.3	0898
72.2	1532	66.7	1361	61.2	1198	55.7	1043	50.2	0895
72.1	1529	66.6	1358	61.1	1195	55.6	1040	50.1	0893

°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.	°/.	R.
50.0	1.0890	44.5	1.0752	39.0	1.0623	33.5	1.0508	28.0	1.0409
49.9	0887	44.4	0749	38.9	0621	33.4	0506	27.9	0407
49.8	0885	44.3	0747	38.8	0619	33.3	0504	27.8	0406
49.7	0882	44.2	0745	38.7	0616	33.2	0502	27.7	0404
49.6	0880	44.1	0742	38.6	0614	33.1	0500	27.6	0403
49.5	0877	44.0	0740	38.5	0612	33.0	0498	27.5	0401
49.4	0874	43.9	0738	38.4	0610	32.9	0496	27.4	0399
49.3	0872	43.8	0735	38.3	0608	32.8	0494	27.3	0398
49.2	0869	43.7	0733	38.2	0605	32.7	0492	27.2	0396
49.1	0867	43.6	0730	38.1	0603	32.6	0490	27.1	0395
49.0	0864	43.5	0728	38.0	0601	32.5	0489	27.0	0393
48.9	0861	43.4	0726	37.9	0599	32.4	0487	26.9	0391
48.8	0859	43.3	0723	37.8	0597	32.3	0485	26.8	0390
48.7	0856	43.2	0721	37.7	0594	32.2	0483	26.7	0388
48.6	0854	43.1	0718	37.6	0592	32.1	0481	26.6	0387
48.5	0851	43.0	0716	37.5	0590	32.0	0479	26.5	0385
48.4	0848	42.9	0714	37.4	0588	31.9	0477	26.4	0383
48.3	0846	42.8	0711	37.3	0586	31.8	0475	26.3	0382
48.2	0843	42.7	0709	37.2	0583	31.7	0473	26.2	0380
48.1	0841	42.6	0706	37.1	0581	31.6	0471	26.1	0379
48.0	0838	42.5	0704	37.0	0579	31.5	0470	26.0	0377
47.9	0836	42.4	0702	36.9	0577	31.4	0468	25.9	0376
47.8	0833	42.3	0699	36.8	0575	31.3	0466	25.8	0374
47.7	0831	42.2	0697	36.7	0572	31.2	0464	25.7	0373
47.6	0828	42.1	0694	36.6	0570	31.1	0462	25.6	0371
47.5	0826	42.0	0692	36.5	0568	31.0	0460	25.5	0370
47.4	0823	41.9	0690	36.4	0566	30.9	0458	25.4	0368
47.3	0821	41.8	0687	36.3	0564	30.8	0456	25.3	0367
47.2	0818	41.7	0685	36.2	0561	30.7	0455	25.2	0365
47.1	0816	41.6	0682	36.1	0559	30.6	0453	25.1	0364
47.0	0813	41.5	0680	36.0	0557	30.5	0451	25.0	0362
46.9	0811	41.4	0678	35.9	0555	30.4	0449	24.9	0361
46.8	0808	41.3	0675	35.8	0553	30.3	0447	24.8	0359
46.7	0806	41.2	0673	35.7	0551	30.2	0446	24.7	0358
46.6	0803	41.1	0670	35.6	0549	30.1	0444	24.6	0356
46.5	0801	41.0	0668	35.5	0547	30.0	0442	24.5	0355
46.4	0799	40.9	0666	35.4	0545	29.9	0440	24.4	0354
46.3	0796	40.8	0663	35.3	0543	29.8	0439	24.3	0352
46.2	0794	40.7	0661	35.2	0541	29.7	0437	24.2	0351
46.1	0791	40.6	0659	35.1	0539	29.6	0435	24.1	0349
46.0	0789	40.5	0657	35.0	0537	29.5	0434	24.0	0348
45.9	0786	40.4	0654	34.9	0535	29.4	0432	23.9	0347
45.8	0784	40.3	0652	34.8	0533	29.3	0430	23.8	0345
45.7	0781	40.2	0650	34.7	0531	29.2	0428	23.7	0344
45.6	0779	40.1	0647	34.6	0529	29.1	0427	23.6	0342
45.5	0776	40.0	0645	34.5	0528	29.0	0425	23.5	0341
45.4	0773	39.9	0643	34.4	0526	28.9	0423	23.4	0340
45.3	0771	39.8	0641	34.3	0524	28.8	0422	23.3	0338
45.2	0768	39.7	0638	34.2	0522	28.7	0420	23.2	0337
45.1	0766	39.6	0636	34.1	0520	28.6	0419	23.1	0335
45.0	0763	39.5	0634	34.0	0518	28.5	0417	23.0	0334
44.9	0761	39.4	0632	33.9	0516	28.4	0415	22.9	0333
44.8	0758	39.3	0630	33.8	0514	28.3	0414	22.8	0331
44.7	0756	39.2	0627	33.7	0512	28.2	0412	22.7	0330
44.6	0754	39.1	0625	33.6	0510	28.1	0411	22.6	0328

%	R.	%	R.	%	R.	%	R.	%	R.
22.5	1.0327	18.0	1.0268	13.5	1.0211	9.0	1.0150	4.5	1.0081
22.4	0326	17.9	0267	13.4	0209	8.9	0149	4.4	0079
22.3	0324	17.8	0265	13.3	0208	8.8	0147	4.3	0078
22.2	0323	17.7	0264	13.2	0207	8.7	0146	4.2	0076
22.1	0321	17.6	0263	13.1	0205	8.6	0144	4.1	0075
22.0	0320	17.5	0262	13.0	0204	8.5	0143	4.0	0073
21.9	0319	17.4	0260	12.9	0203	8.4	0142	3.9	0071
21.8	0317	17.3	0259	12.8	0201	8.3	0140	3.8	0070
21.7	0316	17.2	0258	12.7	0200	8.2	0139	3.7	0068
21.6	0315	17.1	0256	12.6	0199	8.1	0137	3.6	0066
21.5	0314	17.0	0255	12.5	0198	8.0	0136	3.5	0065
21.4	0312	16.9	0254	12.4	0196	7.9	0135	3.4	0063
21.3	0311	16.8	0253	12.3	0195	7.8	0133	3.3	0061
21.2	0310	16.7	0251	12.2	0194	7.7	0132	3.2	0059
21.1	0308	16.6	0250	12.1	0192	7.6	0130	3.1	0058
21.0	0307	16.5	0249	12.0	0191	7.5	0129	3.0	0056
20.9	0306	16.4	0248	11.9	0190	7.4	0127	2.9	0054
20.8	0304	16.3	0247	11.8	0188	7.3	0126	2.8	0052
20.7	0303	16.2	0245	11.7	0187	7.2	0124	2.7	0050
20.6	0302	16.1	0244	11.6	0185	7.1	0123	2.6	0048
20.5	0301	16.0	0243	11.5	0184	7.0	0121	2.5	0047
20.4	0299	15.9	0242	11.4	0183	6.9	0119	2.4	0045
20.3	0298	15.8	0240	11.3	0181	6.8	0118	2.3	0043
20.2	0297	15.7	0239	11.2	0180	6.7	0116	2.2	0041
20.1	0295	15.6	0238	11.1	0178	6.6	0115	2.1	0039
20.0	0294	15.5	0237	11.0	0177	6.5	0113	2.0	0037
19.9	0293	15.4	0235	10.9	0176	6.4	0111	1.9	0035
19.8	0291	15.3	0234	10.8	0174	6.3	0110	1.8	0033
19.7	0290	15.2	0233	10.7	0173	6.2	0108	1.7	0032
19.6	0289	15.1	0231	10.6	0172	6.1	0107	1.6	0030
19.5	0288	15.0	0230	10.5	0171	6.0	0105	1.5	0028
19.4	0286	14.9	0229	10.4	0169	5.9	0103	1.4	0026
19.3	0285	14.8	0227	10.3	0168	5.8	0102	1.3	0024
19.2	0284	14.7	0226	10.2	0167	5.7	0100	1.2	0023
19.1	0282	14.6	0225	10.1	0165	5.6	0099	1.1	0021
19.0	0281	14.5	0224	10.0	0164	5.5	0097	1.0	0019
18.9	0280	14.4	0222	9.9	0163	5.4	0095	0.9	0017
18.8	0278	14.3	0221	9.8	0161	5.3	0094	0.8	0015
18.7	0277	14.2	0220	9.7	0160	5.2	0092	0.7	0013
18.6	0276	14.1	0218	9.6	0158	5.1	0091	0.6	0011
18.5	0275	14.0	0217	9.5	0157	5.0	0089	0.5	0010
18.4	0273	13.9	0216	9.4	0156	4.9	0087	0.4	0008
18.3	0272	13.8	0214	9.3	0154	4.8	0086	0.3	0006
18.2	0271	13.7	0213	9.2	0153	4.7	0084	0.2	0004
18.1	0269	13.6	0212	9.1	0151	4.6	0083	0.1	0002

XI.

Hülftafel

zur Verwandlung der Volumenprocente (%) in Gewichtsprocente.

%	·%	%	·%	%	·%	%	·%	%	·%
0.0	0.00	4.5	3.60	9.0	7.24	13.5	10.91	18.0	14.62
0.1	0.08	4.6	3.68	9.1	7.32	13.6	10.99	18.1	14.70
0.2	0.16	4.7	3.76	9.2	7.40	13.7	11.07	18.2	14.78
0.3	0.24	4.8	3.84	9.3	7.48	13.8	11.15	18.3	14.86
0.4	0.32	4.9	3.92	9.4	7.56	13.9	11.23	18.4	14.94
0.5	0.40	5.0	4.00	9.5	7.64	14.0	11.33	18.5	15.02
0.6	0.48	5.1	4.08	9.6	7.72	14.1	11.41	18.6	15.10
0.7	0.56	5.2	4.16	9.7	7.80	14.2	11.49	18.7	15.18
0.8	0.64	5.3	4.24	9.8	7.88	14.3	11.58	18.8	15.26
0.9	0.72	5.4	4.32	9.9	7.96	14.4	11.66	18.9	15.34
1.0	0.80	5.5	4.40	10.0	8.05	14.5	11.74	19.0	15.44
1.1	0.88	5.6	4.48	10.1	8.13	14.6	11.82	19.1	15.52
1.2	0.96	5.7	4.56	10.2	8.21	14.7	11.90	19.2	15.60
1.3	1.04	5.8	4.64	10.3	8.29	14.8	11.99	19.3	15.69
1.4	1.12	5.9	4.72	10.4	8.37	14.9	12.07	19.4	15.78
1.5	1.20	6.0	4.80	10.5	8.45	15.0	12.15	19.5	15.86
1.6	1.28	6.1	4.88	10.6	8.53	15.1	12.23	19.6	15.94
1.7	1.36	6.2	4.96	10.7	8.61	15.2	12.31	19.7	16.03
1.8	1.44	6.3	5.04	10.8	8.69	15.3	12.39	19.8	16.11
1.9	1.52	6.4	5.12	10.9	8.77	15.4	12.48	19.9	16.20
2.0	1.60	6.5	5.20	11.0	8.87	15.5	12.56	20.0	16.28
2.1	1.68	6.6	5.28	11.1	8.95	15.6	12.64	20.1	16.36
2.2	1.76	6.7	5.36	11.2	9.03	15.7	12.72	20.2	16.45
2.3	1.84	6.8	5.44	11.3	9.11	15.8	12.81	20.3	16.53
2.4	1.92	6.9	5.52	11.4	9.19	15.9	12.89	20.4	16.62
2.5	2.00	7.0	5.62	11.5	9.27	16.0	12.97	20.5	16.70
2.6	2.08	7.1	5.70	11.6	9.35	16.1	13.08	20.6	16.78
2.7	2.16	7.2	5.78	11.7	9.43	16.2	13.16	20.7	16.87
2.8	2.24	7.3	5.86	11.8	9.51	16.3	13.24	20.8	16.95
2.9	2.32	7.4	5.94	11.9	9.59	16.4	13.32	20.9	17.04
3.0	2.40	7.5	6.02	12.0	9.69	16.5	13.40	21.0	17.12
3.1	2.48	7.6	6.10	12.1	9.77	16.6	13.48	21.1	17.20
3.2	2.56	7.7	6.18	12.2	9.85	16.7	13.56	21.2	17.29
3.3	2.64	7.8	6.26	12.3	9.93	16.8	13.64	21.3	17.37
3.4	2.72	7.9	6.34	12.4	10.01	16.9	13.72	21.4	17.45
3.5	2.80	8.0	6.42	12.5	10.09	17.0	13.80	21.5	17.54
3.6	2.88	8.1	6.50	12.6	10.17	17.1	13.88	21.6	17.62
3.7	2.96	8.2	6.58	12.7	10.25	17.2	13.96	21.7	17.70
3.8	3.04	8.3	6.66	12.8	10.33	17.3	14.04	21.8	17.78
3.9	3.12	8.4	6.74	12.9	10.41	17.4	14.12	21.9	17.87
4.0	3.20	8.5	6.82	13.0	10.51	17.5	14.20	22.0	17.95
4.1	3.28	8.6	6.90	13.1	10.59	17.6	14.28	22.1	18.03
4.2	3.36	8.7	6.98	13.2	10.67	17.7	14.36	22.2	18.12
4.3	3.44	8.8	7.06	13.3	10.75	17.8	14.44	22.3	18.20
4.4	3.52	8.9	7.14	13.4	10.83	17.9	14.52	22.4	18.29

%	·/.	%	·/.	%	·/.	%	·/.	%	·/.
22.5	18.37	28.0	22.99	33.5	27.69	39.0	32.50	44.5	37.45
22.6	18.45	28.1	23.07	33.6	27.78	39.1	32.59	44.6	37.54
22.7	18.54	28.2	23.16	33.7	27.86	39.2	32.68	44.7	37.63
22.8	18.62	28.3	23.24	33.8	27.95	39.3	32.77	44.8	37.72
22.9	18.71	28.4	23.33	33.9	28.04	39.4	32.86	44.9	37.81
23.0	18.79	28.5	23.41	34.0	28.13	39.5	32.95	45.0	37.90
23.1	18.87	28.6	23.50	34.1	28.22	39.6	33.03	45.1	37.99
23.2	18.96	28.7	23.58	34.2	28.30	39.7	33.12	45.2	38.09
23.3	19.04	28.8	23.67	34.3	28.39	39.8	33.21	45.3	38.18
23.4	19.12	28.9	23.75	34.4	28.48	39.9	33.30	45.4	38.27
23.5	19.21	29.0	23.84	34.5	28.56	40.0	33.39	45.5	38.36
23.6	19.29	29.1	23.92	34.6	28.65	40.1	33.48	45.6	38.45
23.7	19.37	29.2	24.01	34.7	28.73	40.2	33.57	45.7	38.55
23.8	19.45	29.3	24.09	34.8	28.81	40.3	33.66	45.8	38.64
23.9	19.54	29.4	24.18	34.9	28.90	40.4	33.75	45.9	38.73
24.0	19.62	29.5	24.26	35.0	28.99	40.5	33.84	46.0	38.82
24.1	19.70	29.6	24.35	35.1	29.08	40.6	33.93	46.1	38.91
24.2	19.78	29.7	24.43	35.2	29.17	40.7	34.02	46.2	39.00
24.3	19.87	29.8	24.52	35.3	29.26	40.8	34.11	46.3	39.09
24.4	19.95	29.9	24.60	35.4	29.34	40.9	34.20	46.4	39.19
24.5	20.03	30.0	24.69	35.5	29.43	41.0	34.28	46.5	39.28
24.6	20.12	30.1	24.78	35.6	29.52	41.1	34.37	46.6	39.37
24.7	20.20	30.2	24.86	35.7	29.61	41.2	34.46	46.7	39.46
24.8	20.28	30.3	24.95	35.8	29.69	41.3	34.55	46.8	39.55
24.9	20.37	30.4	25.03	35.9	29.78	41.4	34.64	46.9	39.64
25.0	20.46	30.5	25.12	36.0	29.86	41.5	34.73	47.0	39.73
25.1	20.54	30.6	25.20	36.1	29.95	41.6	34.82	47.1	39.82
25.2	20.62	30.7	25.29	36.2	30.04	41.7	34.91	47.2	39.91
25.3	20.71	30.8	25.39	36.3	30.13	41.8	35.00	47.3	40.01
25.4	20.79	30.9	25.47	36.4	30.21	41.9	35.09	47.4	40.10
25.5	20.88	31.0	25.55	36.5	30.30	42.0	35.18	47.5	40.19
25.6	20.96	31.1	25.64	36.6	30.39	42.1	35.27	47.6	40.29
25.7	21.05	31.2	25.72	36.7	30.48	42.2	35.36	47.7	40.38
25.8	21.13	31.3	25.81	36.8	30.57	42.3	35.45	47.8	40.47
25.9	21.22	31.4	25.89	36.9	30.66	42.4	35.54	47.9	40.57
26.0	21.30	31.5	25.98	37.0	30.74	42.5	35.63	48.0	40.66
26.1	21.38	31.6	26.06	37.1	30.83	42.6	35.72	48.1	40.75
26.2	21.46	31.7	26.15	37.2	30.92	42.7	35.81	48.2	40.85
26.3	21.55	31.8	26.23	37.3	31.00	42.8	35.90	48.3	40.94
26.4	21.63	31.9	26.31	37.4	31.09	42.9	35.99	48.4	41.03
26.5	21.72	32.0	26.40	37.5	31.18	43.0	36.08	48.5	41.12
26.6	21.80	32.1	26.49	37.6	31.27	43.1	36.17	48.6	41.22
26.7	21.89	32.2	26.57	37.7	31.36	43.2	36.26	48.7	41.31
26.8	21.97	32.3	26.66	37.8	31.45	43.3	36.35	48.8	41.41
26.9	22.05	32.4	26.74	37.9	31.54	43.4	36.46	48.9	41.50
27.0	22.14	32.5	26.83	38.0	31.62	43.5	36.55	49.0	41.59
27.1	22.22	32.6	26.92	38.1	31.71	43.6	36.64	49.1	41.68
27.2	22.31	32.7	27.00	38.2	31.80	43.7	36.73	49.2	41.78
27.3	22.39	32.8	27.09	38.3	31.89	43.8	36.82	49.3	41.87
27.4	22.48	32.9	27.17	38.4	31.97	43.9	36.90	49.4	41.96
27.5	22.56	33.0	27.26	38.5	32.06	44.0	36.99	49.5	42.05
27.6	22.65	33.1	27.35	38.6	32.15	44.1	37.08	49.6	42.15
27.7	22.73	33.2	27.44	38.7	32.24	44.2	37.17	49.7	42.24
27.8	22.82	33.3	27.52	38.8	32.33	44.3	37.26	49.8	42.33
27.9	22.90	33.4	27.61	38.9	32.42	44.4	37.35	49.9	42.43

%	‰	%	‰	%	‰	%	‰	%	‰
50.0	42.52	55.5	47.77	61.0	53.20	66.5	58.81	72.0	64.65
50.1	42.61	55.6	47.87	61.1	53.30	66.6	58.91	72.1	64.76
50.2	42.71	55.7	47.97	61.2	53.40	66.7	59.02	72.2	64.87
50.3	42.80	55.8	48.06	61.3	53.50	66.8	59.12	72.3	64.98
50.4	42.89	55.9	48.16	61.4	53.60	66.9	59.23	72.4	65.09
50.5	42.99	56.0	48.26	61.5	53.70	67.0	59.33	72.5	65.19
50.6	43.08	56.1	48.36	61.6	53.80	67.1	59.43	72.6	65.30
50.7	43.17	56.2	48.46	61.7	53.90	67.2	59.54	72.7	65.41
50.8	43.27	56.3	48.55	61.8	54.00	67.3	59.64	72.8	65.52
50.9	43.37	56.4	48.65	61.9	54.10	67.4	59.75	72.9	65.63
51.0	43.47	56.5	48.74	62.0	54.19	67.5	59.85	73.0	65.73
51.1	43.56	56.6	48.84	62.1	54.29	67.6	59.96	73.1	65.84
51.2	43.66	56.7	48.94	62.2	54.39	67.7	60.06	73.2	65.95
51.3	43.75	56.8	49.03	62.3	54.49	67.8	60.17	73.3	66.06
51.4	43.85	56.9	49.13	62.4	54.59	67.9	60.27	73.4	66.17
51.5	43.94	57.0	49.23	62.5	54.69	68.0	60.38	73.5	66.28
51.6	44.04	57.1	49.33	62.6	54.80	68.1	60.49	73.6	66.39
51.7	44.13	57.2	49.43	62.7	54.90	68.2	60.60	73.7	66.50
51.8	44.23	57.3	49.52	62.8	55.01	68.3	60.70	73.8	66.51
51.9	44.32	57.4	49.62	62.9	55.11	68.4	60.81	73.9	66.62
52.0	44.42	57.5	49.72	63.0	55.21	68.5	60.91	74.0	66.83
52.1	44.51	57.6	49.81	63.1	55.31	68.6	61.02	74.1	66.94
52.2	44.61	57.7	49.91	63.2	55.41	68.7	61.12	74.2	67.05
52.3	44.70	57.8	50.01	63.3	55.51	68.8	61.23	74.3	67.16
52.4	44.80	57.9	50.11	63.4	55.62	68.9	61.33	74.4	67.27
52.5	44.89	58.0	50.21	63.5	55.72	69.0	61.43	74.5	67.38
52.6	44.99	58.1	50.31	63.6	55.82	69.1	61.53	74.6	67.49
52.7	45.08	58.2	50.41	63.7	55.92	69.2	61.64	74.7	67.60
52.8	45.18	58.3	50.51	63.8	56.03	69.3	61.74	74.8	67.71
52.9	45.28	58.4	50.60	63.9	56.13	69.4	61.85	74.9	67.82
53.0	45.37	58.5	50.70	64.0	56.23	69.5	61.95	75.0	67.93
53.1	45.46	58.6	50.80	64.1	56.33	69.6	62.06	75.1	68.04
53.2	45.56	58.7	50.90	64.2	56.43	69.7	62.16	75.2	68.15
53.3	45.65	58.8	51.00	64.3	56.54	69.8	62.27	75.3	68.26
53.4	45.75	58.9	51.10	64.4	56.64	69.9	62.38	75.4	68.37
53.5	45.84	59.0	51.20	64.5	56.74	70.0	62.49	75.5	68.48
53.6	45.94	59.1	51.30	64.6	56.84	70.1	62.60	75.6	68.59
53.7	46.03	59.2	51.40	64.7	56.94	70.2	62.71	75.7	68.70
53.8	46.13	59.3	51.50	64.8	57.05	70.3	62.82	75.8	68.81
53.9	46.22	59.4	51.60	64.9	57.15	70.4	62.93	75.9	68.93
54.0	46.32	59.5	51.70	65.0	57.25	70.5	63.04	76.0	69.04
54.1	46.42	59.6	51.80	65.1	57.35	70.6	63.14	76.1	69.15
54.2	46.51	59.7	51.90	65.2	57.45	70.7	63.25	76.2	69.26
54.3	46.61	59.8	52.00	65.3	57.56	70.8	63.36	76.3	69.38
54.4	46.70	59.9	52.10	65.4	57.66	70.9	63.47	76.4	69.49
54.5	46.80	60.0	52.20	65.5	57.77	71.0	63.57	76.5	69.60
54.6	46.90	60.1	52.30	65.6	57.87	71.1	63.68	76.6	69.71
54.7	46.99	60.2	52.40	65.7	57.98	71.2	63.79	76.7	69.82
54.8	47.09	60.3	52.50	65.8	58.08	71.3	63.90	76.8	69.94
54.9	47.19	60.4	52.60	65.9	58.19	71.4	64.00	76.9	70.05
55.0	47.29	60.5	52.70	66.0	58.29	71.5	64.11	77.0	70.17
55.1	47.39	60.6	52.80	66.1	58.39	71.6	64.22	77.1	70.28
55.2	47.48	60.7	52.90	66.2	58.50	71.7	64.33	77.2	70.40
55.3	47.58	60.8	53.00	66.3	58.60	71.8	64.44	77.3	70.51
55.4	47.68	60.9	53.10	66.4	58.71	71.9	64.55	77.4	70.63

%	‰	%	‰	%	‰	%	‰	%	‰
77.5	70.74	82.0	75.91	86.5	81.35	91.0	87.06	95.5	93.17
77.6	70.85	82.1	76.03	86.6	81.47	91.1	87.19	95.6	93.31
77.7	70.97	82.2	76.15	86.7	81.59	91.2	87.32	95.7	93.45
77.8	71.08	82.3	76.27	86.8	81.71	91.3	87.46	95.8	93.60
77.9	71.19	82.4	76.39	86.9	81.83	91.4	87.59	95.9	93.74
78.0	71.30	82.5	76.50	87.0	81.95	91.5	87.72	96.0	93.89
78.1	71.41	82.6	76.62	87.1	82.07	91.6	87.85	96.1	94.03
78.2	71.53	82.7	76.74	87.2	82.19	91.7	87.98	96.2	94.18
78.3	71.64	82.8	76.86	87.3	82.32	91.8	88.12	96.3	94.32
78.4	71.76	82.9	76.98	87.4	82.44	91.9	88.25	96.4	94.47
78.5	71.87	83.0	77.09	87.5	82.56	92.0	88.38	96.5	94.61
78.6	71.99	83.1	77.21	87.6	82.69	92.1	88.51	96.6	94.76
78.7	72.11	83.2	77.33	87.7	82.81	92.2	88.64	96.7	94.90
78.8	72.23	83.3	77.45	87.8	82.93	92.3	88.77	96.8	95.05
78.9	72.34	83.4	77.57	87.9	83.06	92.4	88.91	96.9	95.19
79.0	72.45	83.5	77.69	88.0	83.19	92.5	89.04	97.0	95.34
79.1	72.56	83.6	77.81	88.1	83.32	92.6	89.17	97.1	95.49
79.2	72.67	83.7	77.93	88.2	83.45	92.7	89.31	97.2	95.64
79.3	72.79	83.8	78.05	88.3	83.57	92.8	89.44	97.3	95.79
79.4	72.90	83.9	78.17	88.4	83.70	92.9	89.57	97.4	95.94
79.5	73.01	84.0	78.29	88.5	83.83	93.0	89.71	97.5	96.09
79.6	73.13	84.1	78.41	88.6	83.96	93.1	89.84	97.6	96.24
79.7	73.24	84.2	78.53	88.7	84.08	93.2	89.98	97.7	96.39
79.8	73.35	84.3	78.65	88.8	84.21	93.3	90.11	97.8	96.54
79.9	73.46	84.4	78.77	88.9	84.34	93.4	90.25	97.9	96.69
80.0	73.58	84.5	78.89	89.0	84.46	93.5	90.38	98.0	96.84
80.1	73.70	84.6	79.01	89.1	84.59	93.6	90.52	98.1	97.00
80.2	73.82	84.7	79.13	89.2	84.72	93.7	90.65	98.2	97.15
80.3	73.94	84.8	79.25	89.3	84.85	93.8	90.79	98.3	97.31
80.4	74.05	84.9	79.38	89.4	84.98	93.9	90.93	98.4	97.45
80.5	74.17	85.0	79.50	89.5	85.11	94.0	91.08	98.5	97.61
80.6	74.29	85.1	79.62	89.6	85.24	94.1	91.22	98.6	97.76
80.7	74.40	85.2	79.74	89.7	85.37	94.2	91.36	98.7	97.92
80.8	74.52	85.3	79.87	89.8	85.50	94.3	91.50	98.8	98.07
80.9	74.64	85.4	79.99	89.9	85.63	94.4	91.63	98.9	98.23
81.0	74.75	85.5	80.11	90.0	85.76	94.5	91.77	99.0	98.39
81.1	74.87	85.6	80.24	90.1	85.89	94.6	91.91	99.1	98.55
81.2	74.99	85.7	80.36	90.2	86.02	94.7	92.05	99.2	98.71
81.3	75.10	85.8	80.48	90.3	86.15	94.8	92.19	99.3	98.87
81.4	75.22	85.9	80.61	90.4	86.28	94.9	92.33	99.4	99.04
81.5	75.34	86.0	80.74	90.5	86.41	95.0	92.46	99.5	99.20
81.6	75.46	86.1	80.86	90.6	86.54	95.1	92.60	99.6	99.36
81.7	75.57	86.2	80.98	90.7	86.67	95.2	92.74	99.7	99.52
81.8	75.69	86.3	81.10	90.8	86.80	95.3	92.88	99.8	99.68
81.9	75.80	86.4	81.23	90.9	86.93	95.4	93.02	99.9	99.84
								100.0	100.00

Anmerkung. Da die Procente bis auf Zehntel berechnet sind, und nie eine grössere Genauigkeit verlangt wird, so kann man die vorhergehende Tafel auch dazu gebrauchen, um Gewichtsprocente in Volumenprocente zu verwandeln. Will man zum Beispiel wissen, wieviel Volumenprocente 71,0 Gewichtsprocenten entsprechen, so sucht man die dieser Zahl am nächsten kommende unter den Gewichtsprocenten auf, also 70,97, welche als identisch mit 71,0 angenommen werden kann, und dann ist die daneben stehende Zahl in der Columnne der Volumenprocente die dem Gewichtsprocent 71,0 entsprechende Zahl in Volumenprocente, also 77,7%.

XII.

Hülftafel zu pag. 112.

Raumverhältniss des reinen Alkohols bei verschiedenen Temperaturen
(Centigr.-Fahr.)

Cent.	Fahr.		Cent.	Fahr.		Cent.	Fahr.	
0	32	1.2381	10	50	1.2511	20	68	1.2645
	33	1.2388		51	1.2519		69	1.2652
	34	1.2396		52	1.2526		70	1.2660
	35	1.2403		53	1.2533		71	1.2668
	36	1.2410		54	1.2541		72	1.2675
	37	1.2417		55	1.2548		73	1.2683
	38	1.2424		56	1.2556		74	1.2690
	39	1.2431		57	1.2566		75	1.2698
	40	1.2438		58	1.2570		76	1.2705
5	41	1.2446	15	59	1.2577	25	77	1.2713
	42	1.2453		60	1.2585			
	43	1.2460		61	1.2592			
	44	1.2468		62	1.2600			
	45	1.2475		63	1.2607			
	46	1.2482		64	1.2615			
	47	1.2490		65	1.2622			
	48	1.2497		66	1.2630			
	49	1.2405		67	1.2637			

alle bezogen auf Normaltemp. 60° F.

XIII.

Gilpinsche Tafel,

welche für die in der ersten Columne enthaltenen Gewichtsprocente an Alcohol, für die drei Normaltemperaturen 60° Fahr. (12,4° R.), 59° F. (12,0° R. = 15,0° C.) und 51° F. (8,4° R.) die zugehörigen Raumverhältnisse giebt. Für die Normaltemperatur von 60° F. (12,4° R.) sind noch die zugehörigen Volumenprocente (für dieselbe Temperatur von 12,4° R.) hinzugefügt worden.

60°			59°	51°	60°			59°	51°
°.	%	R.			°.	%	R.		
89.2	92.6	1.2121	1.2114	1.2058	66.1	73.3	1.1342	1.1336	1.1289
88.3	91.9	2087	2081	2025	65.6	72.9	1327	1322	1275
87.5	91.3	2055	2048	1993	65.1	72.4	1313	1307	1261
86.6	90.7	2023	2016	1961	64.6	72.0	1299	1293	1247
85.8	90.0	1992	1985	1930	64.2	71.5	1285	1279	1233
85.0	89.4	1962	1955	1901	63.7	71.1	1272	1266	1220
84.2	88.8	1933	1926	1872	63.3	70.7	1258	1252	1207
83.4	88.2	1905	1898	1844	62.8	70.3	1245	1239	1194
82.6	87.5	1877	1871	1817	62.4	69.9	1232	1226	1181
81.9	86.9	1851	1844	1791	62.0	69.5	1219	1214	1168
81.1	86.3	1825	1818	1766	61.5	69.1	1207	1201	1156
80.4	85.7	1800	1793	1741	61.1	68.7	1195	1189	1144
79.7	85.1	1775	1769	1717	60.7	68.3	1182	1177	1132
78.9	84.5	1752	1745	1693	60.3	67.9	1171	1165	1120
78.3	84.0	1728	1722	1670	59.9	67.5	1159	1153	1108
77.6	83.4	1706	1699	1648	59.5	67.1	1147	1142	1097
76.9	82.9	1684	1677	1626	59.1	66.7	1136	1131	1086
76.3	82.3	1662	1656	1605	58.7	66.4	1125	1120	1075
75.6	81.7	1641	1634	1584	58.3	66.0	1115	1109	1064
75.0	81.2	1620	1614	1564	57.9	65.6	1104	1098	1054
74.3	80.6	1600	1546	1544	57.6	65.3	1093	1088	1044
73.7	80.1	1580	1574	1524	57.2	64.9	1083	1078	1034
73.1	79.6	1560	1554	1505	56.8	64.6	1073	1068	1024
72.5	79.0	1542	1536	1486	56.5	64.2	1063	1058	1014
72.0	78.5	1524	1517	1468	56.1	63.9	1054	1048	1004
71.4	78.0	1504	1499	1450	55.8	63.5	1044	1038	0995
70.8	77.5	1487	1481	1432	55.4	63.2	1035	1029	0986
70.2	77.1	1470	1464	1415	55.1	62.9	1025	1020	0977
69.7	76.6	1453	1454	1398	54.7	62.5	1016	1011	0968
69.2	76.1	1436	1430	1382	54.4	62.2	1007	1002	0959
68.7	75.6	1420	1414	1366	54.1	61.9	0998	0993	0950
68.1	75.1	1404	1398	1350	53.7	61.5	0989	0984	0941
67.6	74.7	1388	1382	1334	53.4	61.2	0980	0975	0933
67.1	74.2	1372	1366	1319	53.1	60.9	0971	0966	0924
66.6	73.8	1357	1351	1304	52.8	60.6	0963	0958	0916

60°			59°	51°	60°			59°	51°
°	%	R.			°	%	R.		
52.5	60.3	1.0955	1.0950	1.0908	39.7	46.8	1.0636	1.0632	1.0596
52.2	59.9	0946	0941	0900	39.4	46.5	0630	0626	0590
51.9	59.6	0938	0933	0892	39.1	46.2	0624	0620	0584
51.6	59.3	0930	0925	0884	38.8	45.9	0618	0613	0578
51.3	59.0	0922	0917	0876	38.5	45.6	0611	0607	0572
51.0	58.8	0915	0910	0869	38.2	45.3	0605	0601	0566
50.7	58.4	0907	0902	0861	37.9	45.0	0599	0594	0560
50.4	58.1	0899	0894	0854	37.6	44.7	0592	0588	0554
50.1	57.9	0892	0887	0847	37.3	44.3	0586	0582	0548
49.8	57.6	0885	0880	0840	37.0	44.0	0580	0575	0542
49.6	57.3	0878	0873	0832	36.7	43.7	0573	0569	0535
49.3	57.0	0870	0865	0826	36.4	43.4	0567	0563	0529
49.0	56.8	0864	0858	0819	36.1	43.0	0560	0556	0523
48.7	56.5	0857	0852	0812	35.8	42.7	0553	0550	0516
48.5	56.2	0850	0845	0805	35.5	42.3	0547	0543	0510
48.2	56.0	0843	0838	0799	35.1	42.0	0540	0536	0504
48.0	55.7	0837	0832	0792	34.8	41.6	0534	0530	0497
47.7	55.4	0830	0825	0786	34.5	41.2	0527	0523	0491
47.5	55.1	0824	0819	0779	34.1	40.8	0520	0516	0484
47.2	54.9	0817	0812	0773	33.8	40.4	0513	0509	0478
47.0	54.6	0811	0806	0767	33.5	40.1	0506	0503	0471
46.7	54.4	0805	0800	0761	33.1	39.7	0500	0496	0465
46.5	54.2	0799	0794	0755	32.7	39.3	0493	0489	0458
46.2	53.9	0793	0788	0749	32.4	38.9	0486	0482	0452
46.0	53.6	0787	0782	0743	32.0	38.5	0479	0475	0445
45.8	53.4	0781	0776	0737	31.7	38.0	0472	0468	0439
45.5	53.1	0775	0770	0732	31.3	37.6	0465	0462	0432
45.3	52.9	0769	0765	0726	30.9	37.2	0459	0455	0426
45.1	52.6	0764	0759	0720	30.5	36.8	0452	0448	0419
44.8	52.4	0758	0753	0715	30.1	36.3	0445	0441	0413
44.6	52.2	0753	0748	0709	29.7	35.8	0438	0435	0406
44.4	52.0	0747	0742	0704	29.3	35.4	0431	0428	0400
44.2	51.7	0741	0737	0698	28.9	34.9	0424	0421	0394
43.9	51.4	0736	0731	0693	28.5	34.4	0417	0414	0387
43.7	51.2	0730	0725	0687	28.1	34.0	0411	0407	0381
43.5	51.0	0724	0720	0682	27.7	33.5	0404	0400	0374
43.2	50.7	0719	0714	0677	27.3	33.0	0397	0394	0368
43.0	50.4	0713	0708	0671	26.8	32.5	0390	0387	0362
42.8	50.2	0707	0703	0666	26.4	32.0	0383	0380	0356
42.5	49.9	0702	0697	0660	25.9	31.5	0376	0373	0350
42.3	49.7	0696	0691	0655	25.5	30.9	0370	0367	0343
42.0	49.4	0691	0685	0649	25.0	30.4	0363	0360	0337
41.8	49.1	0685	0680	0644	24.6	29.9	0356	0353	0331
41.5	48.9	0679	0674	0638	24.1	29.3	0349	0347	0325
41.3	48.6	0673	0668	0632	23.6	28.7	0342	0340	0318
41.0	48.3	0667	0662	0626	23.1	28.2	0336	0333	0312
40.7	48.0	0661	0656	0620	22.6	27.6	0329	0326	0306
40.5	47.8	0665	0650	0614	22.1	27.0	0322	0320	0300
40.2	47.4	0649	0644	0608	21.6	26.4	0315	0313	0294
39.9	47.1	0643	0638	0602	21.1	25.7	0308	0306	0288

	60°		59°	51°		60°		59°	51°
·/·	%	R.			·/·	%	R.		
20.6	25.1	1.0302	1.0299	1.0281	11.6	14.4	1.0186	1.0185	1.0175
20.1	24.5	0295	0292	0275	11.0	13.5	0177	0176	0166
19.5	23.8	0288	0285	0269	10.3	12.7	0167	0166	0157
19.0	23.2	0280	0278	0262	9.6	11.8	0157	0156	0148
18.4	22.6	0273	0271	0256	8.8	10.9	0147	0146	0138
17.8	21.9	0266	0264	0249	8.1	10.1	0137	0136	0128
17.3	21.2	0259	0257	0242	7.4	9.2	0126	0124	0118
16.7	20.5	0251	0250	0235	6.6	8.2	0114	0113	0106
16.1	19.8	0244	0242	0228	5.8	7.3	0102	0101	0095
15.5	19.0	0236	0234	0221	5.1	6.3	0089	0088	0082
14.9	18.3	0228	0226	0214	4.2	5.3	0076	0075	0070
14.2	17.5	0220	0218	0207	3.4	4.3	0062	0062	0056
13.6	16.7	0212	0210	0199	2.6	3.3	0048	0047	0042
13.0	16.0	0204	0202	0191	1.7	2.2	0033	0032	0026
12.4	15.2	0195	0193	0183	0.9	1.1	0017	0016	0010

Zusatztafeln.

Multiplications- und Divisionstabellen.

Tafel Ia.

Multiplications- und Divisionszahlen aller Zahlen von 0 bis 999.

(Z sind die gewöhnlichen Zahlen, M die dazu gehörigen Multiplicationszahlen und D die dazu gehörigen Divisionszahlen).

Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D
0			40	602	398	80	903	097	120	079	921	160	204	796
1	000	000	41	613	387	81	908	092	121	083	917	161	207	793
2	301	699	42	623	377	82	914	086	122	086	914	162	210	790
3	477	523	43	633	367	83	919	081	123	090	910	163	212	788
4	602	398	44	643	357	84	924	076	124	093	907	164	215	785
5	699	301	45	653	347	85	929	071	125	097	903	165	217	783
6	778	222	46	663	337	86	934	066	126	100	900	166	220	780
7	845	155	47	672	328	87	939	061	127	104	896	167	223	777
8	903	097	48	681	319	88	944	056	128	107	893	168	225	775
9	954	046	49	690	310	89	949	051	129	111	889	169	227	773
10	000	000	50	699	301	90	954	046	130	114	886	170	230	770
11	041	959	51	707	293	91	959	041	131	117	883	171	233	767
12	079	921	52	716	284	92	964	036	132	121	879	172	236	764
13	114	886	53	724	276	93	968	032	133	124	876	173	238	762
14	146	854	54	732	268	94	973	027	134	127	873	174	241	759
15	176	824	55	740	260	95	978	022	135	130	870	175	243	757
16	204	796	56	748	252	96	982	018	136	134	866	176	246	754
17	230	770	57	756	244	97	987	013	137	137	863	177	248	752
18	255	745	58	763	237	98	991	009	138	140	860	178	250	750
19	279	721	59	771	229	99	996	004	139	143	857	179	253	747
20	301	699	60	778	222	100	000	000	140	146	854	180	255	745
21	322	978	61	785	215	101	004	996	141	149	851	181	258	742
22	342	658	62	792	208	102	008	992	142	152	848	182	260	740
23	362	638	63	799	201	103	013	987	143	156	844	183	262	738
24	380	620	64	806	194	104	017	983	144	158	842	184	265	735
25	398	602	65	813	187	105	021	979	145	161	839	185	267	733
26	415	585	66	819	181	106	025	975	146	164	836	186	270	730
27	431	569	67	826	174	107	029	971	147	167	833	187	272	728
28	447	553	68	832	168	108	033	967	148	170	830	188	274	726
29	462	538	69	839	161	109	037	963	149	173	827	189	276	724
30	477	523	70	845	155	110	041	959	150	176	824	190	279	721
31	491	509	71	851	149	111	045	955	151	179	821	191	281	719
32	505	495	72	857	143	112	049	951	152	182	818	192	283	717
33	518	482	73	863	137	113	053	947	153	185	815	193	286	714
34	531	469	74	869	131	114	057	943	154	188	812	194	288	712
35	544	456	75	875	125	115	061	939	155	190	810	195	290	710
36	556	444	76	881	119	116	064	936	156	193	807	196	292	708
37	568	432	77	886	114	117	063	932	157	196	804	197	294	706
38	580	420	78	892	108	118	072	928	158	199	801	198	297	703
39	591	409	79	898	102	119	076	924	159	201	799	199	299	701

Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D
200	301	699	255	407	593	310	491	509	365	562	438	420	623	377
201	303	697	256	408	592	311	493	507	366	563	437	421	624	376
202	305	695	257	410	590	312	494	506	367	565	435	422	625	375
203	308	692	258	412	588	313	496	504	368	566	434	423	626	374
204	310	690	259	413	587	314	497	503	369	567	433	424	627	373
205	312	688	260	415	585	315	498	502	370	568	432	425	628	372
206	314	686	261	417	583	316	500	500	371	569	431	426	629	371
207	316	684	262	418	582	317	501	499	372	571	429	427	630	370
208	318	682	263	420	580	318	502	498	373	572	428	428	631	369
209	320	680	264	422	578	319	504	496	374	573	427	429	632	368
210	322	678	265	423	577	320	505	495	375	574	426	430	633	367
211	324	676	266	425	575	321	507	493	376	575	425	431	634	366
212	326	674	267	427	573	322	508	492	377	576	424	432	635	365
213	328	672	268	428	572	323	509	491	378	577	423	433	636	364
214	330	670	269	430	570	324	511	489	379	579	421	434	637	363
215	332	668	270	431	569	325	512	488	380	580	420	435	638	362
216	334	666	271	433	567	326	513	487	381	581	419	436	639	361
217	336	664	272	435	565	327	515	485	382	582	418	437	640	360
218	338	662	273	436	564	328	516	484	383	583	417	438	641	359
219	340	660	274	438	562	329	517	483	384	584	416	439	642	358
220	342	658	275	439	561	330	519	481	385	585	415	440	643	357
221	344	656	276	441	559	331	520	480	386	587	413	441	644	356
222	346	654	277	442	558	332	521	479	387	588	412	442	645	355
223	348	652	278	444	556	333	522	478	388	589	411	443	646	354
224	350	650	279	446	554	334	524	476	389	590	410	444	647	353
225	352	648	280	447	553	335	525	475	390	591	409	445	648	352
226	354	646	281	449	551	336	526	474	391	592	408	446	649	351
227	356	644	282	450	550	337	528	472	392	593	407	447	650	350
228	358	642	283	452	548	338	529	471	393	594	406	448	651	349
229	360	640	284	453	547	339	530	470	394	596	404	449	652	348
230	362	638	285	455	545	340	531	469	395	597	403	450	653	347
231	364	636	286	456	544	341	533	467	396	598	402	451	654	346
232	365	635	287	458	542	342	534	466	397	599	401	452	655	345
233	367	633	288	459	541	343	535	465	398	600	400	453	656	344
234	369	631	289	461	539	344	537	463	399	601	399	454	657	343
235	371	629	290	462	538	345	538	462	400	602	398	455	658	342
236	373	627	291	464	536	346	539	461	401	603	397	456	659	341
237	375	625	292	465	535	347	540	460	402	604	396	457	660	340
238	377	623	293	467	533	348	542	458	403	605	395	458	661	339
239	378	622	294	468	532	349	543	457	404	606	394	459	662	338
240	380	620	295	470	530	350	544	456	405	607	393	460	663	337
241	382	618	296	471	529	351	545	455	406	608	392	461	664	336
242	384	616	297	473	527	352	547	453	407	610	390	462	665	335
243	386	614	298	474	526	353	548	452	408	611	389	463	666	334
244	387	613	299	476	524	354	549	451	409	612	388	464	667	333
245	389	611	300	477	523	355	550	450	410	613	387	465	667	333
246	391	609	301	479	521	356	551	449	411	614	386	466	668	332
247	393	607	302	480	520	357	553	447	412	615	385	467	669	331
248	394	606	303	481	519	358	554	446	413	616	384	468	670	330
249	396	604	304	483	517	359	555	445	414	617	383	469	671	329
250	398	602	305	484	516	360	556	444	415	618	382	470	672	328
251	400	600	306	486	514	361	558	442	416	619	381	471	673	327
252	401	599	307	487	513	362	559	441	417	620	380	472	674	326
253	403	597	308	489	511	363	560	440	418	621	379	473	675	325
254	405	595	309	490	510	364	561	439	419	622	378	474	676	324

Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D
475	677	323	530	724	276	585	767	233	640	806	194	695	842	158
476	678	322	531	725	275	586	768	232	641	807	193	696	843	157
477	679	321	532	726	274	587	769	231	642	808	192	697	843	157
478	679	321	533	727	273	588	769	231	643	808	192	698	844	156
479	680	320	534	728	272	589	770	230	644	809	191	699	844	156
480	681	319	535	728	272	590	771	229	645	810	190	700	845	155
481	682	318	536	729	271	591	772	228	646	810	190	701	846	154
482	683	317	537	730	270	592	772	228	647	811	189	702	846	154
483	684	316	538	731	269	593	773	227	648	812	188	703	847	153
484	685	315	539	732	268	594	774	226	649	812	188	704	848	152
485	686	314	540	732	268	595	775	225	650	813	187	705	848	152
486	687	313	541	733	267	596	775	225	651	814	186	706	849	151
487	688	312	542	734	266	597	776	224	652	814	186	707	849	151
488	688	312	543	735	265	598	777	223	653	815	185	708	850	150
489	689	311	544	736	264	599	777	223	654	816	184	709	851	149
490	690	310	545	736	264	600	778	222	655	816	184	710	851	149
491	691	309	546	737	263	601	779	221	656	817	183	711	852	148
492	692	308	547	738	262	602	780	220	657	818	182	712	852	148
493	693	307	548	739	261	603	780	220	658	818	182	713	853	147
494	694	306	549	740	260	604	781	219	659	819	181	714	854	146
495	695	305	550	740	260	605	782	218	660	820	180	715	854	146
496	695	305	551	741	259	606	782	218	661	820	180	716	855	145
497	696	304	552	742	258	607	783	217	662	821	179	717	856	144
498	697	303	553	743	257	608	784	216	663	822	178	718	856	144
499	698	302	554	744	256	609	785	215	664	822	178	719	857	143
500	699	301	555	744	256	610	785	215	665	823	177	720	857	143
501	700	300	556	745	255	611	786	214	666	823	177	721	858	142
502	701	299	557	746	254	612	787	213	667	824	176	722	859	141
503	702	298	558	747	253	613	787	213	668	825	175	723	859	141
504	702	298	559	747	253	614	788	212	669	825	175	724	860	140
505	703	297	560	748	252	615	789	211	670	826	174	725	860	140
506	704	296	561	749	251	616	790	210	671	827	173	726	861	139
507	705	295	562	750	250	617	790	210	672	827	173	727	862	138
508	706	294	563	751	249	618	791	209	673	828	172	728	862	138
509	707	293	564	751	249	619	792	208	674	829	171	729	863	137
510	708	292	565	752	248	620	792	208	675	829	171	730	863	137
511	708	292	566	753	247	621	793	207	676	830	170	731	864	136
512	709	291	567	754	246	622	794	206	677	831	169	732	865	135
513	710	290	568	754	246	623	794	206	678	831	169	733	865	135
514	711	289	569	755	245	624	795	205	679	832	168	734	866	134
515	712	288	570	756	244	625	796	204	680	833	167	735	866	134
516	713	287	571	757	243	626	797	203	681	833	167	736	867	133
517	713	287	572	757	243	627	797	203	682	834	166	737	867	133
518	714	286	573	758	242	628	798	202	683	834	166	738	868	132
519	715	285	574	759	241	629	799	201	684	835	165	739	869	131
520	716	284	575	760	240	630	799	201	685	836	164	740	869	131
521	717	283	576	760	240	631	800	200	686	836	164	741	870	130
522	718	282	577	761	239	632	801	199	687	837	163	742	870	130
523	719	281	578	762	238	633	801	199	688	838	162	743	871	129
524	719	281	579	763	237	634	802	198	689	838	162	744	872	128
525	720	280	580	763	237	635	803	197	690	839	161	745	872	128
526	721	279	581	764	236	636	803	197	691	339	161	746	873	127
527	722	278	582	765	235	637	804	196	692	840	160	747	873	127
528	722	278	583	766	234	638	805	195	693	841	159	748	874	126
529	723	277	584	766	234	639	806	194	694	841	159	749	874	126

Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D	Z	M	D
750	875	125	800	903	097	850	929	071	900	954	046	950	978	022
751	876	124	801	904	096	851	930	070	901	955	045	951	978	022
752	876	124	802	904	096	852	930	070	902	955	045	952	979	021
753	877	123	803	905	095	853	931	069	903	956	044	953	979	021
754	877	123	804	905	095	854	931	069	904	956	044	954	980	020
755	878	122	805	906	094	855	932	068	905	957	043	955	980	020
756	879	121	806	906	094	856	932	068	906	957	043	956	980	020
757	879	121	807	907	093	857	933	067	907	958	042	957	981	019
758	880	120	808	907	093	858	933	067	908	958	042	958	981	019
759	880	120	809	908	092	859	934	066	909	959	041	959	982	018
760	881	119	810	903	092	860	935	065	910	959	041	960	982	018
761	881	119	811	909	091	861	935	065	911	960	040	961	983	017
762	882	118	812	910	090	862	936	064	912	960	040	962	983	017
763	883	117	813	910	090	863	936	064	913	960	040	963	984	016
764	883	117	814	911	089	864	937	063	914	961	039	964	984	016
765	884	116	815	911	089	865	937	063	915	961	039	965	985	015
766	884	116	816	912	088	866	938	062	916	962	038	966	985	015
767	885	115	817	912	088	867	938	062	917	962	038	967	985	015
768	885	115	818	913	087	868	939	061	918	963	037	968	986	014
769	886	114	819	913	087	869	939	061	919	963	037	969	986	014
770	886	114	820	914	086	870	940	060	920	964	036	970	987	013
771	887	113	821	914	086	871	940	060	921	964	036	971	987	013
772	888	112	822	915	085	872	941	059	922	965	035	972	988	012
773	888	112	823	915	085	873	941	059	923	965	035	973	988	012
774	889	111	824	916	084	874	942	058	924	966	034	974	989	011
775	889	111	825	916	084	875	942	058	925	966	034	975	989	011
776	890	110	826	917	083	876	943	057	926	967	033	976	989	011
777	890	110	827	918	082	877	943	057	927	967	033	977	990	010
778	891	109	828	918	082	878	943	057	928	968	032	978	990	010
779	892	108	829	919	081	879	944	056	929	968	032	979	991	009
780	892	108	830	920	080	880	944	056	930	968	032	980	991	009
781	893	107	831	920	080	881	945	055	931	969	031	981	992	008
782	893	107	832	920	080	882	945	055	932	969	031	982	992	008
783	894	106	833	921	079	883	946	054	933	970	030	983	993	007
784	894	106	834	921	079	884	946	054	934	970	030	984	993	007
785	895	105	835	922	078	885	947	053	935	971	029	985	993	007
786	895	105	836	922	078	886	947	053	936	971	029	986	994	006
787	896	104	837	923	077	887	948	052	937	972	028	987	994	006
788	897	103	838	923	077	888	948	052	938	972	028	988	995	005
789	897	103	839	924	076	889	949	051	939	973	027	989	995	005
790	898	102	840	924	076	890	949	051	940	973	027	990	996	004
791	898	102	841	925	075	891	950	050	941	974	026	991	996	004
792	899	101	842	925	075	892	950	050	942	974	026	992	997	003
793	899	101	843	926	074	893	951	049	943	975	025	993	997	003
794	900	100	844	926	074	894	951	049	944	975	025	994	997	003
795	900	100	845	927	073	895	952	048	945	975	025	995	998	002
796	901	099	846	927	073	896	952	048	946	976	024	996	998	002
797	901	099	847	928	072	897	953	047	947	976	024	997	999	001
798	902	098	848	928	072	898	953	047	948	977	023	998	999	001
799	903	097	849	929	071	899	954	046	949	977	023	999	000	000

Tafel Ib.

Gewöhnliche, zu allen Multiplicationszahlen von 1 bis 999 gehörige
Zahlen.

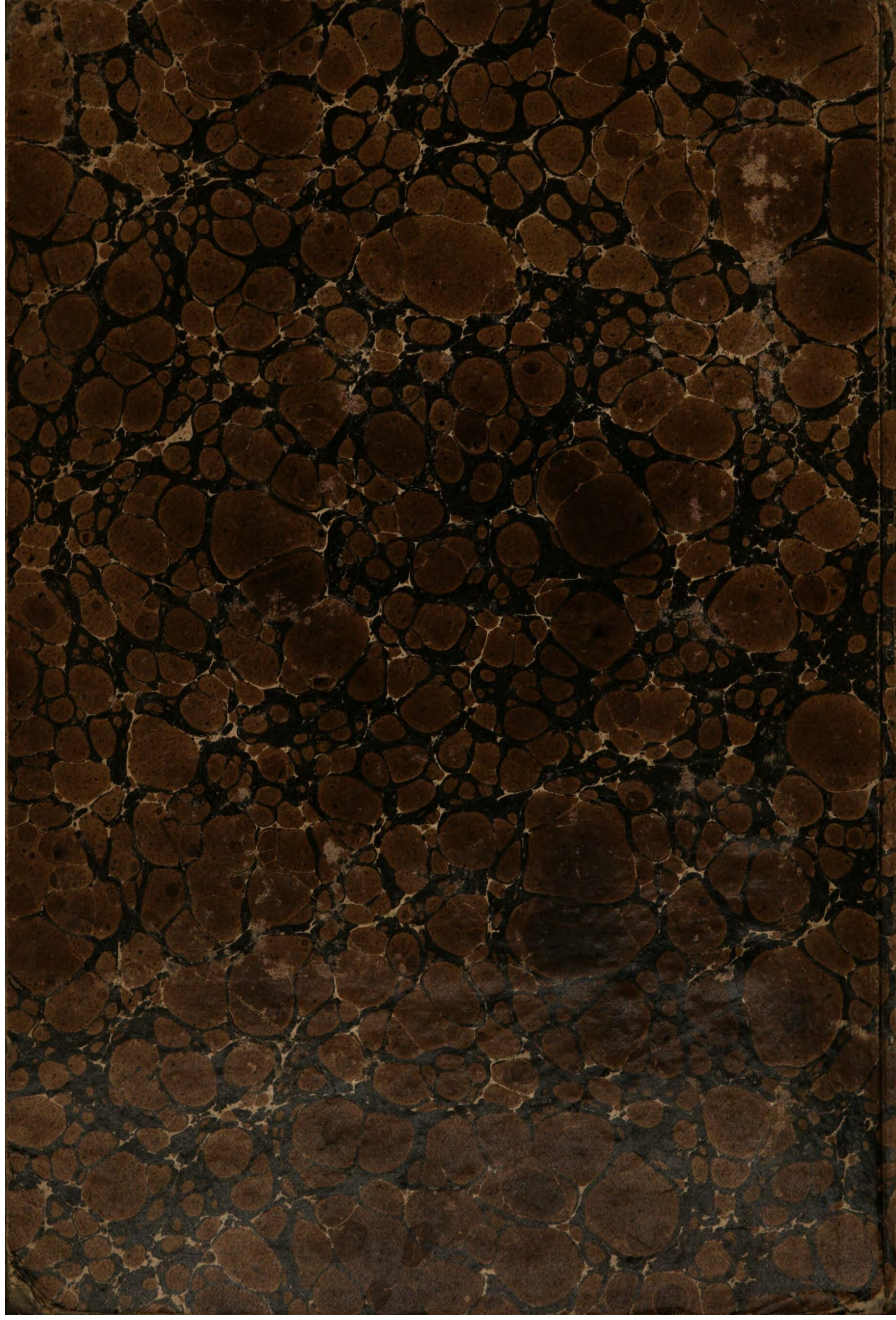
S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
000	100	045	111	090	123	135	137	180	151	225	168	270	186
001	100	046	111	091	123	136	137	181	152	226	168	271	187
002	100	047	111	092	123	137	137	182	152	227	169	272	187
003	101	048	112	093	124	138	137	183	152	228	169	273	188
004	101	049	112	094	124	139	138	184	153	229	169	274	188
005	101	050	112	095	124	140	138	185	153	230	170	275	188
006	101	051	113	096	125	141	138	186	154	231	170	276	189
007	102	052	113	097	125	142	139	187	154	232	171	277	189
008	102	053	113	098	125	143	139	188	154	233	171	278	190
009	102	054	113	099	126	144	139	189	155	234	171	279	190
010	102	055	114	100	126	145	140	190	155	235	172	280	191
011	103	056	114	101	126	146	140	191	155	236	172	281	191
012	103	057	114	102	127	147	140	192	156	237	173	282	191
013	103	058	114	103	127	148	141	193	156	238	173	283	192
014	103	059	115	104	127	149	141	194	156	239	173	284	192
015	104	060	115	105	127	150	141	195	157	240	174	285	193
016	104	061	115	106	128	151	142	196	157	241	174	286	193
017	104	062	115	107	128	152	142	197	157	242	175	287	194
018	104	063	116	108	128	153	142	198	158	243	175	288	194
019	105	064	116	109	129	154	143	199	158	244	175	289	195
020	105	065	116	110	129	155	143	200	159	245	176	290	195
021	105	066	116	111	129	156	143	201	159	246	176	291	195
022	105	067	117	112	129	157	144	202	159	247	177	292	196
023	105	068	117	113	130	158	144	203	160	248	177	293	196
024	106	069	117	114	130	159	144	204	160	249	177	294	197
025	106	070	118	115	130	160	145	205	160	250	178	295	197
026	106	071	118	116	131	161	145	206	161	251	178	296	198
027	106	072	118	117	131	162	145	207	161	252	179	297	198
028	107	073	118	118	131	163	146	208	161	253	179	298	199
029	107	074	119	119	132	164	146	209	162	254	180	299	199
030	107	075	119	120	132	165	146	210	162	255	180	300	200
031	107	076	119	121	132	166	147	211	163	256	180	301	200
032	108	077	119	122	132	167	147	212	163	257	181	302	200
033	108	078	120	123	133	168	147	213	163	258	181	303	201
034	108	079	120	124	133	169	148	214	164	259	182	304	201
035	108	080	120	125	133	170	148	215	164	260	182	305	202
036	109	081	121	126	134	171	148	216	164	261	182	306	202
037	109	082	121	127	134	172	149	217	165	262	183	307	203
038	109	083	121	128	134	173	149	218	165	263	183	308	203
039	109	084	121	129	135	174	149	219	166	264	184	309	204
040	110	085	122	130	135	175	150	220	166	265	184	310	204
041	110	086	122	131	135	176	150	221	166	266	185	311	205
042	110	087	122	132	136	177	150	222	167	267	185	312	205
043	110	088	123	133	136	178	151	223	167	268	185	313	206
044	111	089	123	134	136	179	151	224	168	269	186	314	206

S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
315	207	370	234	425	266	480	302	535	343	590	389	645	442
316	207	371	235	426	267	481	303	536	344	591	390	646	443
317	208	372	236	427	267	482	303	537	344	592	391	647	444
318	208	373	236	428	268	483	304	538	345	593	392	648	445
319	208	374	237	429	269	484	305	539	346	594	393	649	446
320	209	375	237	430	269	485	305	540	347	595	394	650	447
321	209	376	238	431	270	486	306	541	348	596	395	651	448
322	210	377	238	432	270	487	307	542	348	597	395	652	449
323	210	378	239	433	271	488	308	543	349	598	396	653	450
324	211	379	239	434	272	489	308	544	350	599	397	654	451
325	211	380	240	435	272	490	309	545	351	600	398	655	452
326	212	381	240	436	273	491	310	546	352	601	399	656	453
327	212	382	241	437	274	492	311	547	352	602	400	657	454
328	213	383	242	438	274	493	311	548	353	603	401	658	455
329	213	384	242	439	275	494	312	549	354	604	402	659	456
330	214	385	243	440	275	495	313	550	355	605	403	660	457
331	214	386	243	441	276	496	313	551	356	606	404	661	458
332	215	387	244	442	277	497	314	552	357	607	405	662	459
333	215	388	244	443	277	498	315	553	357	608	406	663	460
334	216	389	245	444	278	499	316	554	358	609	406	664	461
335	216	390	246	445	279	500	316	555	359	610	407	665	462
336	217	391	246	446	279	501	317	556	360	611	408	666	463
337	217	392	247	447	280	502	318	557	361	612	409	667	465
338	218	393	247	448	281	503	318	558	361	613	410	668	466
339	218	394	248	449	281	504	319	559	362	614	411	669	467
340	219	395	248	450	282	505	320	560	363	615	412	670	468
341	219	396	249	451	283	506	321	561	364	616	413	671	469
342	220	397	250	452	283	507	321	562	365	617	414	672	470
343	220	398	250	453	284	508	322	563	366	618	415	673	471
344	221	399	251	454	284	509	323	564	366	619	416	674	472
345	221	400	251	455	285	510	324	565	367	620	417	675	473
346	222	401	252	456	286	511	324	566	368	621	418	676	474
347	222	402	252	457	286	512	325	567	369	622	419	677	475
348	223	403	253	458	287	513	326	568	370	623	420	678	476
349	223	404	254	459	288	514	327	569	371	624	421	679	478
350	224	405	254	460	289	515	327	570	372	625	422	680	479
351	224	406	255	461	289	516	328	571	372	626	423	681	480
352	225	407	255	462	290	517	329	572	373	627	424	682	481
353	225	408	256	463	290	518	330	573	374	628	425	683	482
354	226	409	256	464	291	519	330	574	375	629	426	684	483
355	227	410	257	465	292	520	331	575	376	630	427	685	484
356	227	411	258	466	292	521	332	576	377	631	428	686	485
357	228	412	258	467	293	522	333	577	378	632	429	687	486
358	228	413	259	468	294	523	333	578	378	633	430	688	488
359	229	414	259	469	294	524	334	579	379	634	431	689	489
360	229	415	260	470	295	525	335	580	380	635	432	690	490
361	230	416	261	471	296	526	336	581	381	636	433	691	491
362	230	417	261	472	297	527	337	582	382	637	434	692	492
363	231	418	262	473	297	528	337	583	383	638	435	693	493
364	231	419	262	474	298	529	338	584	384	639	436	694	494
365	232	420	263	475	299	530	339	585	385	640	437	695	496
366	232	421	264	476	299	531	340	586	386	641	438	696	497
367	233	422	264	477	300	532	340	587	386	642	439	697	498
368	233	423	265	478	301	533	341	588	387	643	440	698	499
369	234	424	266	479	301	534	342	589	388	644	441	699	500

S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
700	501	750	562	800	631	850	708	900	794	950	891
701	502	751	564	801	632	851	710	901	796	951	893
702	504	752	565	802	634	852	711	902	798	952	895
703	505	753	566	803	635	853	713	903	800	953	897
704	506	754	568	804	637	854	715	904	802	954	900
705	507	755	569	805	638	855	716	905	804	955	902
706	508	756	570	806	640	856	718	906	805	956	904
707	509	757	572	807	641	857	719	907	807	957	906
708	511	758	573	808	643	858	721	908	809	958	908
709	512	759	574	809	644	859	723	909	811	959	910
710	513	760	575	810	646	860	724	910	813	960	912
711	514	761	577	811	647	861	726	911	815	961	914
712	515	762	578	812	649	862	728	912	817	962	916
713	516	763	579	813	650	863	730	913	819	963	918
714	518	764	581	814	652	864	731	914	820	964	920
715	519	765	582	815	653	865	733	915	822	965	923
716	520	766	583	816	655	866	735	916	824	966	925
717	521	767	585	817	656	867	736	917	826	967	927
718	522	768	586	818	658	868	738	918	828	968	929
719	524	769	588	819	659	869	740	919	830	969	931
720	525	770	589	820	661	870	741	920	832	970	933
721	526	771	590	821	662	871	743	921	834	971	935
722	527	772	592	822	664	872	745	922	836	972	938
723	528	773	593	823	665	873	746	923	838	973	940
724	530	774	594	824	667	874	748	924	840	974	942
725	531	775	596	825	668	875	750	925	841	975	944
726	532	776	597	826	670	876	752	926	843	976	946
727	533	777	598	827	671	877	753	927	845	977	948
728	535	778	600	828	673	878	755	928	847	978	951
729	536	779	601	829	675	879	757	929	849	979	953
730	537	780	603	830	676	880	759	930	851	980	955
731	538	781	604	831	678	881	760	931	853	981	957
732	540	782	605	832	679	882	762	932	855	982	959
733	541	783	607	833	681	883	764	933	857	983	962
734	542	784	608	834	682	884	766	934	859	984	964
735	543	785	610	835	684	885	767	935	861	985	966
736	545	786	611	836	686	886	769	936	863	986	968
737	546	787	612	837	687	887	771	937	865	987	971
738	547	788	614	838	689	888	773	938	867	988	973
739	548	789	615	839	690	889	775	939	869	989	975
740	550	790	617	840	692	890	776	940	871	990	977
741	551	791	618	841	693	891	778	941	873	991	980
742	552	792	619	842	695	892	780	942	875	992	982
743	553	793	621	843	697	893	782	943	877	993	984
744	555	794	622	844	698	894	783	944	879	994	986
745	556	795	624	845	700	895	785	945	881	995	989
746	557	796	625	846	702	896	787	946	883	996	991
747	559	797	627	847	703	897	789	947	885	997	993
748	560	798	628	848	705	898	791	948	887	998	995
749	561	799	630	849	706	899	793	949	889	999	000

Buchdruckerei von Gustav Lange in Berlin, Friedrichsstrasse 103.

Proof 2 by, by by by



Kupffer, Adolph Theodor,

Handbuch der Alkoholometrie Anweisung zum Gebrauch der gläsernen und
metallenen Alkoholometer und zu ihrer Construction

Berlin 1865

Math.a. 135 h

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10080859-8